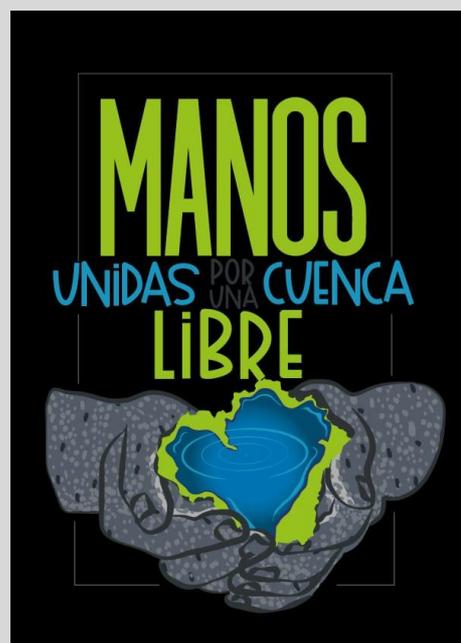




RADIOGRAFÍA TERRITORIAL DE LOS PROYECTOS EXTRACTIVOS E INDUSTRIALES EN LA CUENCA RÍO LIBRES ORIENTAL



Estos materiales son propiedad del colectivo Manos unidas por una cuenca libre, y son ajenos a cualquier partido político y sus afiliados. Queda estrictamente prohibida su utilización con fines de propaganda electoral o su utilización en promoción partidista.

Queda prohibida la publicación total o parcial de esta investigación sin la autorización por escrito del colectivo Manos Unidas por una Cuenca Libre.

Esta investigación sí puede ser usada como referencia; cita textual o cita indirecta: parafraseo o cita indirecta.

Índice

1. Caracterización de la zona de estudio	4
1.1 La Cuenca Río Libres Oriental	4
1.2 El Acuífero Libres-Oriental (ALO)	9
2. Problemática hídrico y socioambiental general en la CRLO	14
2.1 Disponibilidad hídrica superficial en la CRLO	14
2.2 Disponibilidad hídrica subterránea en el ALO	15
2.3 Problemática socioambiental en la CRLO	20
2.4 La sobreexplotación del ALO	21
3. Proyectos industriales y extractivos en la CRLO	24
3.1 Proyectos de energías renovables	24
3.1.1 Proyectos de parques solares	24
3.1.2 Proyectos de parques eólicos	26
3.1.3 Sitios potenciales de energías renovables	28
3.2 Megagranjas porcinas	30
3.3 Proyectos industriales	35
3.4 Cañones antigranizo	42
3.5 Proyectos de apropiación del agua	61
3.6 Otros proyectos de apropiación del agua	63
3.7 Proyectos mineros	70
3.8 Unidad metabólica de los proyectos extractivos e industriales	81
4. Afectaciones socioambientales de los proyectos extractivos e industriales	85
4.1 Principales fuentes de abastecimiento y acaparamiento hídrico	85
4.2 Calidad del agua	91
4.3 Áreas naturales protegidas	97
4.4 Humedales	99
4.5 Áreas de importancia para la conservación, restauración y producción	101
4.6 Áreas elegibles para la conservación	105
4.7 Grado de polinización	107
4.8 Degradación del suelo	109
4.9 Sitios terrestres prioritarios para la conservación de la biodiversidad	112
4.10 Sitios acuáticos epicontinentales prioritarios para la conservación de la biodiversidad	116
4.11 Sitios de atención prioritaria para conservación de la biodiversidad	117
4.12 Regiones terrestres prioritarias	119
4.13 Regiones hidrológicas prioritarias	120
4.14 Áreas naturales protegidas estatales	121
4.15 Áreas de importancia para la conservación de las aves	123
4.16 Especies endémicas	125
4.17 Especies SNIB	128
4.18 Cactus, frijoles, trigos, maíces y hongos	133
4.19 Aves en peligro de extinción	138

4.20 Hongos silvestres comestibles	139
4.21 Empresas de alto riesgo en la CRLO	140
4.22 Megagranjas	143
4.23 Descargas industriales y explosiones industriales	145
4.24 Audi	145
4.25 Cañones antigranizo	148
5. Afectaciones culturales de los proyectos extractivos e industriales en la CRLO	150
5.1 Culturas altepetl	150
5.2 Lenguas	154
5.3 Presencia de población indígena por municipio	157
5.4 Zonas arqueológicas	159
6. Reflexiones finales	162
Bibliografía	164

MANOS
UNIDAS POR UNA CUENCA
LIBRE

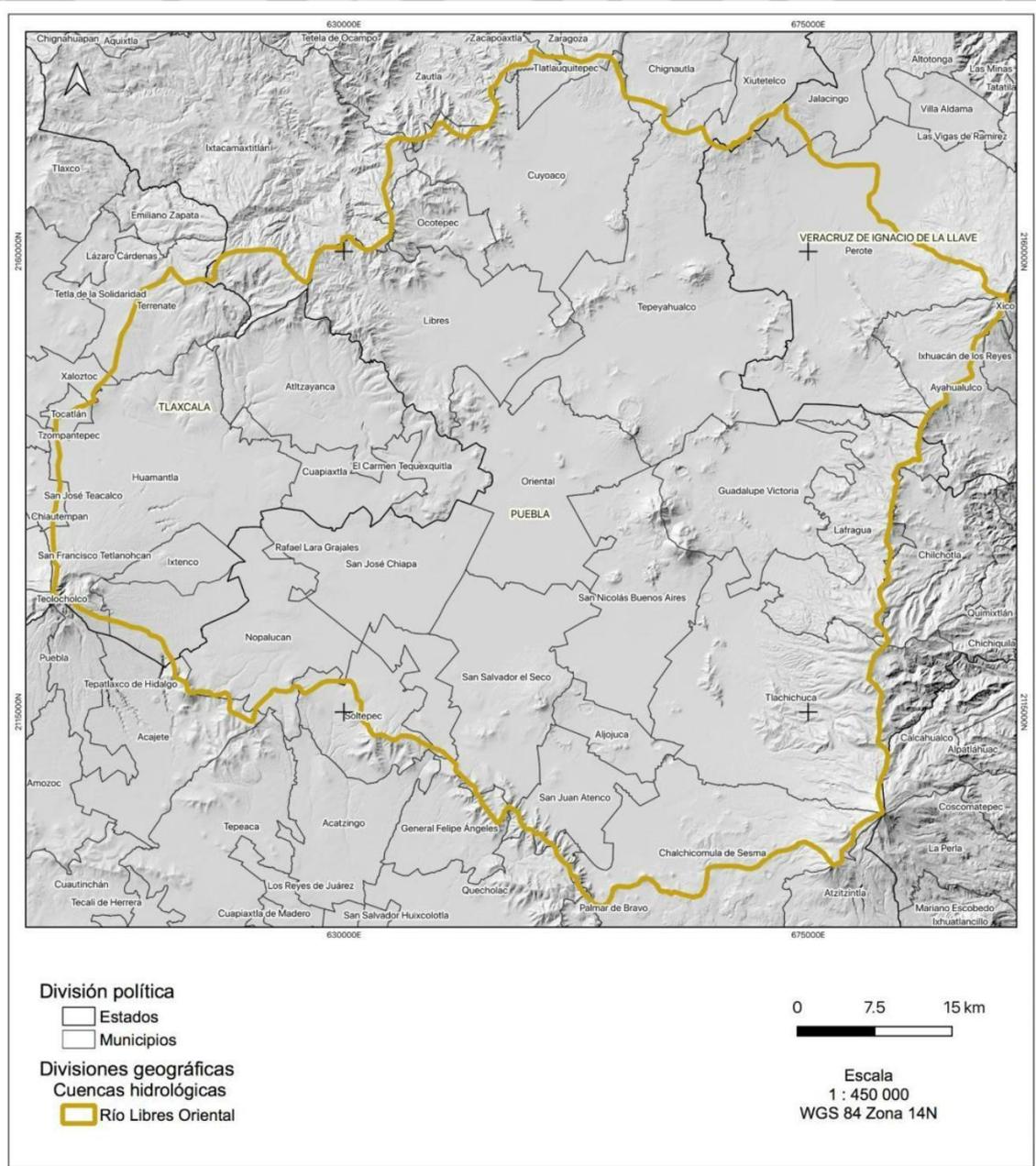


1. Caracterización de la zona de estudio

1.1 La Cuenca Río Libres Oriental

Con fines vinculados a la administración de las aguas nacionales, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) reconoce la existencia de 757 cuencas hidrológicas en México, las cuales se agrupan en 37 regiones hidrológicas (RH) y 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA).

Mapa 1. Localización geográfica de la CRLO, 2022.



Fuente: elaboración propia.

En el caso de la Cuenca Río Libres Oriental (CRLO), fisiográficamente se encuentra localizada en el extremo oriente de la provincia fisiográfica Cordillera Volcánica Transmexicana (Eje Neovolcánico Transversal) y coincide con parte de la provincia Sierra

Madre del Sur.¹ Es importante señalar que la CRLO es un territorio de interconexión material entre Veracruz y el centro del país. Asimismo, constituye la entrada sur a la Sierra Norte de Puebla.

A nivel de la división política, la CRLO comprende la totalidad o parte del territorio de diversos municipios pertenecientes a Puebla (18 municipios), Tlaxcala (6 municipios) y Veracruz (2 municipios).² Véase Tabla 1.

Tabla 1. Municipios pertenecientes a la CRLO, 2021.

Municipio	Estado	Pertenencia
Aljojuca	Puebla	Total
Cuyoaco	Puebla	Total
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Parcial
Guadalupe Victoria	Puebla	Total
Nopalucan	Puebla	Total
Ocoatepec	Puebla	Total
Oriental	Puebla	Total
San Salvador el Seco	Puebla	Total
Lafragua	Puebla	Parcial
Libres	Puebla	Total
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Total
Rafael Lara Grajales	Puebla	Total
San José Chiapa	Puebla	Total
San Juan Atenco	Puebla	Total
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Total
Soltepec	Puebla	Parcial
Tepeyahualco	Puebla	Total
Tlachichuca	Puebla	Parcial
Alzayanca	Tlaxcala	Total

¹ La Cordillera Volcánica Transmexicana es una provincia volcánica, con basaltos, andesitas y riolitas, que han dado origen a conos de escoria y de cenizas, volcanes compuestos y escudo, calderas y domos, así como sierras y cadenas montañosas, entre las que se han originado valles (CONAGUA, 2020). Respecto a la provincia Sierra Madre del Sur, esta se caracteriza por tener una serie de depresiones disectadas por un gran número de corrientes fluviales (*Ibid.*).

² Todos los municipios que pertenecen a la CRLO forman parte de la provincia biótica neovolcanense. En el caso de ciertas porciones territoriales de Chalchicomula de Sesma y Tlachichuca, también forman parte de la provincia biótica oaxaquense. En relación a regiones fisiográficas, la CRLO forma parte de la provincia Lagos y volcanes del Anáhuac.

El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Total
Cuapiaxtla	Tlaxcala	Total
Huamantla	Tlaxcala	Total
Ixtenco	Tlaxcala	Total
Terrenate	Tlaxcala	Parcial
Tocatlán	Tlaxcala	Parcial
Ziltlaltépec	Tlaxcala	Parcial
Perote	Veracruz	Parcial
Ayahualulco	Veracruz	Parcial

Fuente: elaboración propia.

A nivel hidrológico, la CRLO pertenece a la RHA Balsas (118,268 km²) y a la subregión hidrológica Alto Balsas (42,940 km²). Tiene una superficie territorial de 4,726.87 km², cifra que representa el 3.99% de la superficie territorial de la RHA Balsas y el 0.24% del territorio nacional continental. Entre las cuencas hidrológicas de mayor extensión territorial a nivel nacional, la CRLO ocupa el lugar 106.

En la CRLO predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano, a excepción de la parte central, en donde predomina un clima semiseco, con una temperatura media anual de 14° C y una precipitación media anual de 590 mm; la temporada de lluvias abarca los meses de abril a octubre, siendo agosto y septiembre los más lluviosos, con láminas de 50 a 140 mm (CONAGUA, 2022).

Como se aprecia en el Mapa 2, la CRLO es una planicie cubierta parcialmente por lagos someros y temporales. Está rodeada por algunas de las cadenas montañosas con mayor altitud en México, las cuales, en su conjunto, constituyen el parteaguas de la cuenca.

Los Humeros (zona de elevada permeabilidad a causa de materiales piroclásticos) y la sierra de San Antonio (sur de Teziutlán) conforman el parteaguas norte. La zona entre la Malintzin (Malinche o Matlalcuéyatl) y la cadena montañosa que va de Libres a Cuyoaco constituye el parteaguas occidental. El parteaguas sur está conformado por la sierra que se extiende desde Soltepec (estructura calcárea fuertemente plegada y fallada) hasta Chalchicomula de Sesma. Finalmente, el parteaguas oriental de la cuenca está definido por la cadena montañosa que se extiende de la Sierra Negra al Nauhcampatépetl (Cofre de Perote), pasando por el Citlaltépetl (Pico de Orizaba).

Como se observa en el Mapa 2, al interior de la CRLO se encuentran importantes elevaciones, entre ellas las Derrumbadas, el Cerro Pinto, el Cerro Pizarro y el Cerro Brujo. Los aparatos volcánicos anteriores representan las topografías más elevadas al interior de la cuenca.

Asimismo, al interior de la cuenca, en las extensas planicies de origen lacustre con áreas impermeables, se encuentran dos importantes lagos intermitentes: el de Totolcingo y el Salado. Ambos lagos se forman en la temporada de lluvias gracias precisamente a los escurrimientos superficiales provenientes de las partes altas de la cuenca.

En realidad, las principales corrientes superficiales de la CRLO son el Arroyo Xonecuila y el Río Barranca La Malinche, los cuales nacen en partes altas de Tlaxcala y vierten sus

escurrimientos intermitentes al Lago de Totolcingo y al Lago El Carmen. Ambos ríos son los causantes de la zona de inundación aledaña a ambos lagos, la cual abarca aproximadamente 100 km₂ y sólo se inunda en la temporada de lluvias ya que en la temporada de estiaje el cuerpo de agua se contrae hasta recuperar su lecho ordinario de 13 km₂ (SARH, 1985).

El Lago de Tepeyahualco es otro importante cuerpo de agua, situado también en el centro de la CRLO, pero al noreste respecto a los lagos de Totolcingo y El Carmen. Este lago se inunda sólo en temporada de lluvias y llega a ocupar una superficie de 68 km₂; en temporada de estiaje, se seca completamente, quedando sólo una superficie salitrosa (*Ibíd.*). No obstante, derivado de múltiples factores, los lagos antes mencionados se encuentran en proceso de desecación, reduciendo año con año su extensión territorial.

Asimismo, dentro de la CRLO existen diversos y atractivos axalapascos (cráteres laguna) como el de Alchichica, San Luis Atexcac, La Preciosa (De las Minas), Quechulac, Aljojuca y San Miguel Tecuitlapa, los cuales están interconectados con el Acuífero Libres Oriental (ALO).

Geomorfológicamente, la CRLO es una cuenca endorreica cuyo drenaje de agua (radial centrífugo) no fluye hacia el mar, sino hacia el interior de la cuenca. Se trata de una cuenca sin salidas superficiales de agua cuyos límites lo constituyen las sierras, tanto volcánicas como sedimentarias. En la porción occidental, el drenaje es radial centrífugo a subdendrítico y rectangular (CONAGUA, 2020).

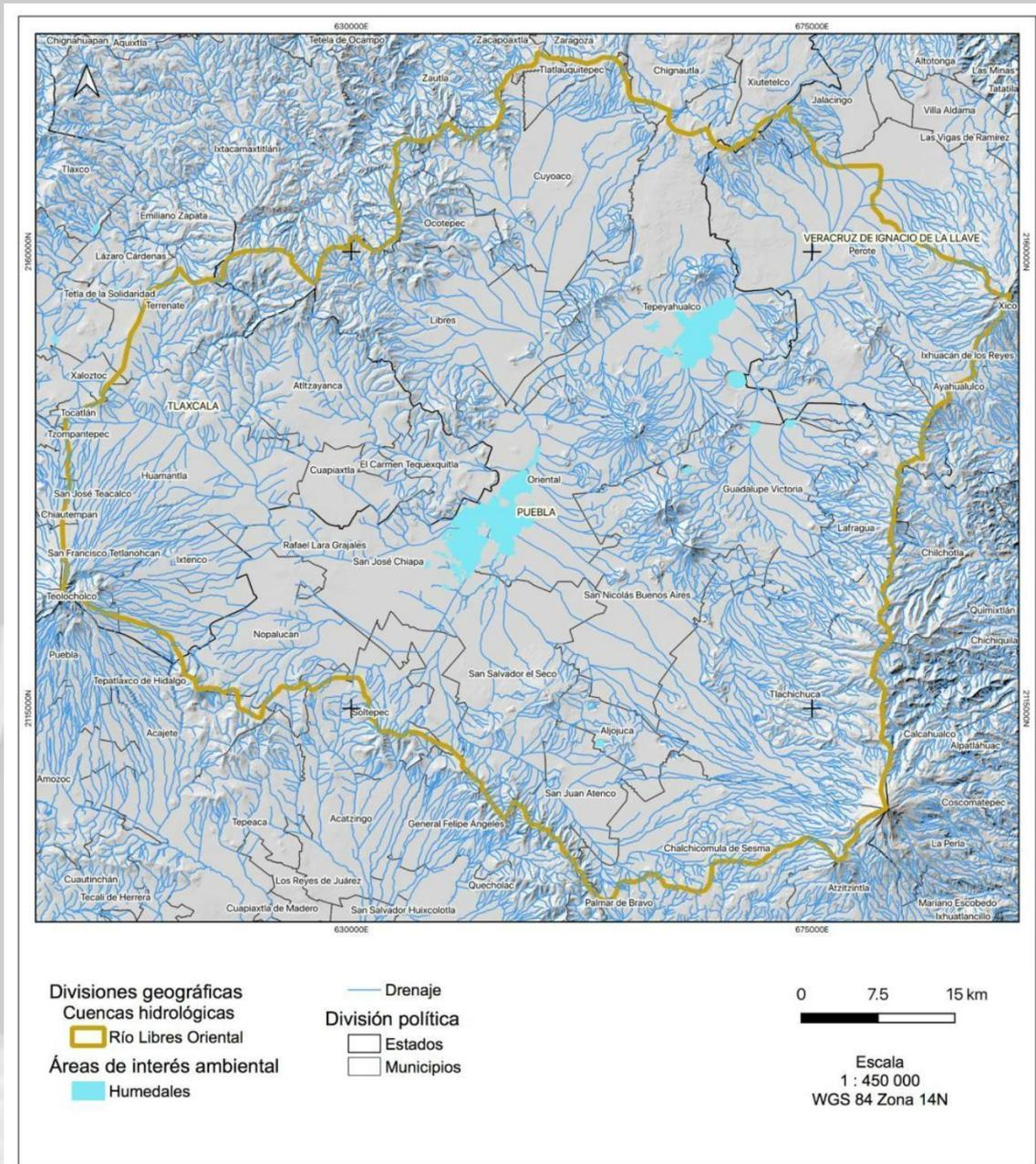
Como se aprecia en el Mapa 2, el agua que se precipita sobre la superficie de la CRLO se infiltra hacia el subsuelo, particularmente hacia los mantos acuíferos, los cuales constituyen una de las principales riquezas naturales de la cuenca.³ En realidad, la CRLO tiene un escurrimiento superficial transitorio y escaso, debido a ello tiene escasas corrientes superficiales.

La riqueza hídrica de la CRLO se encuentra en los acuíferos. La mayor parte de los escurrimientos se infiltran hacia el subsuelo en las partes más bajas de la cuenca y forman un manto acuífero extenso, el cual constituye un recurso natural esencial para la dinámica natural y social de la CRLO. La recarga de la CRLO proviene fundamentalmente de la Sierra Madre Oriental, la Sierra de Tlaxco y el Cerro La Malinche, así como de Las Derrumbadas y El Pinto (SARH, 1985).

La relevancia de la CRLO en tanto almacenadora de agua subterránea estriba en el hecho de que aproximadamente el 40% de su superficie presenta materiales consolidados de alta permeabilidad. Estos últimos se encuentran en toda el área baja de la cuenca. Y es que la constitución litológica de la planicie da como resultado una alta permeabilidad. Es por ello que su red hidrográfica (drenaje radial centrífugo/subdendrítico) no está desarrollada a nivel superficial y se encuentra mayormente definida en las faldas de los volcanes o en las zonas de mayor altitud, tal como se muestra en el Mapa 2.

³ Las zonas con las mayores precipitaciones en toda la CRLO se localizan en las zonas con mayor altitud. Estamos hablando de la zona montañosa que va del Citlaltépetl al Cofre de Perote, la zona de la Malinche, la zona montañosa Libres-Ixtacamaxtitlán y la zona montañosa que separa a la Sierra Norte de Puebla de la CRLO. Y es que las zonas antes mencionadas constituyen verdaderas "fábricas" de agua que alimentan los cuerpos de agua superficiales y los mantos acuíferos de la cuenca. En ellas se localizan las mayores precipitaciones de toda la cuenca. Por su parte, las zonas con las menores precipitaciones de la cuenca se encuentran en Cuyoaco, Tepeyahualco, Guadalupe Victoria, Perote y parte de Tlachichuca y Chalchicomula de Sesma.

Mapa 2. Drenaje de la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021 y Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas [SIATL], 2021.

De hecho, la riqueza hídrica de la CRLO es y ha sido añorada históricamente por el Estado y por grandes capitales. Sus mantos acuíferos fueron estudiados en: 1) 1950 y 1954 por la extinta SRH con la finalidad de proporcionar agua al Distrito de Riego No. 30 Valsequillo, 2) 1962 por la Comisión Federal de Electricidad [CFE] quien pretendía generar energía eléctrica en Apulco, Puebla, y 3) 1960 por la antes llamada C.H.C.V.M., quien trató de exportar el agua a la Ciudad de México para el abastecimiento de agua potable (*Ibíd.*). No obstante, a pesar de los intentos ninguno de los proyectos se realizó.

Más tarde, en la década de 1980, el Gobierno del Estado decidió perforar alrededor de 50 pozos en la porción suroeste de la CRLO con los que pretendió extraer 4 m³/seg [4 mil litros por segundo] para satisfacer la demanda de agua potable de la capital poblana hasta el año 2000 (*Ibíd.*). El Gobierno del Estado pretendía perforar la zona sur de la cuenca (*Ibíd.*).

Por su parte, las autoridades del entonces Distrito Federal proyectaron extraer un volumen de 7 m³/seg [7 mil litros por segundo] para satisfacer las demandas excedentes que no se alcanzaban a satisfacer con el caudal del sistema Cutzamala (*Ibíd.*). En su momento, la cuenca fue considerada una fuente viable para satisfacer las demandas de agua del entonces Distrito Federal (*Ibíd.*).

Sumado a lo anterior, en la década de 1980 existieron varios intentos de emplazamiento industrial en la CRLO, así como numerosas solicitudes de establecimiento de unidades agropecuarias (*Ibíd.*).

Sin embargo, más allá de los intentos, se concluyó que la disponibilidad de agua subterránea existente en la CRLO no era suficiente para satisfacer las necesidades de los proyectos de agua potable del Gobierno del Estado de Puebla y de la Comisión de Aguas del Valle de México (*Ibíd.*) Si el Gobierno del Estado de Puebla realizaba su proyecto de extraer 4 m³/seg, esto afectaría la descarga subterránea hacia el valle de Atencingo y provocaría el abatimiento del nivel estático (*Ibíd.*). En el caso del proyecto de la Comisión de Aguas del Valle de México, provocaría abatimientos leves al acuífero por extraer más de la disponibilidad existente, sin embargo, probablemente no afectaría las descargas subterráneas hacia el Valle de Acatzingo (*Ibíd.*).

1.2 El Acuífero Libres-Oriental (ALO)

Tal como se observa en el Mapa 3, el ALO₄ tiene una superficie de 3973.94 km² y coincide territorialmente con gran parte de la superficie de la CRLO. Específicamente, el ALO cubre el 84.07% de la superficie territorial de la CRLO. Dicho acuífero se localiza dentro de las RH Balsas y Papaloapan y alberga importantes volúmenes de agua subterránea.

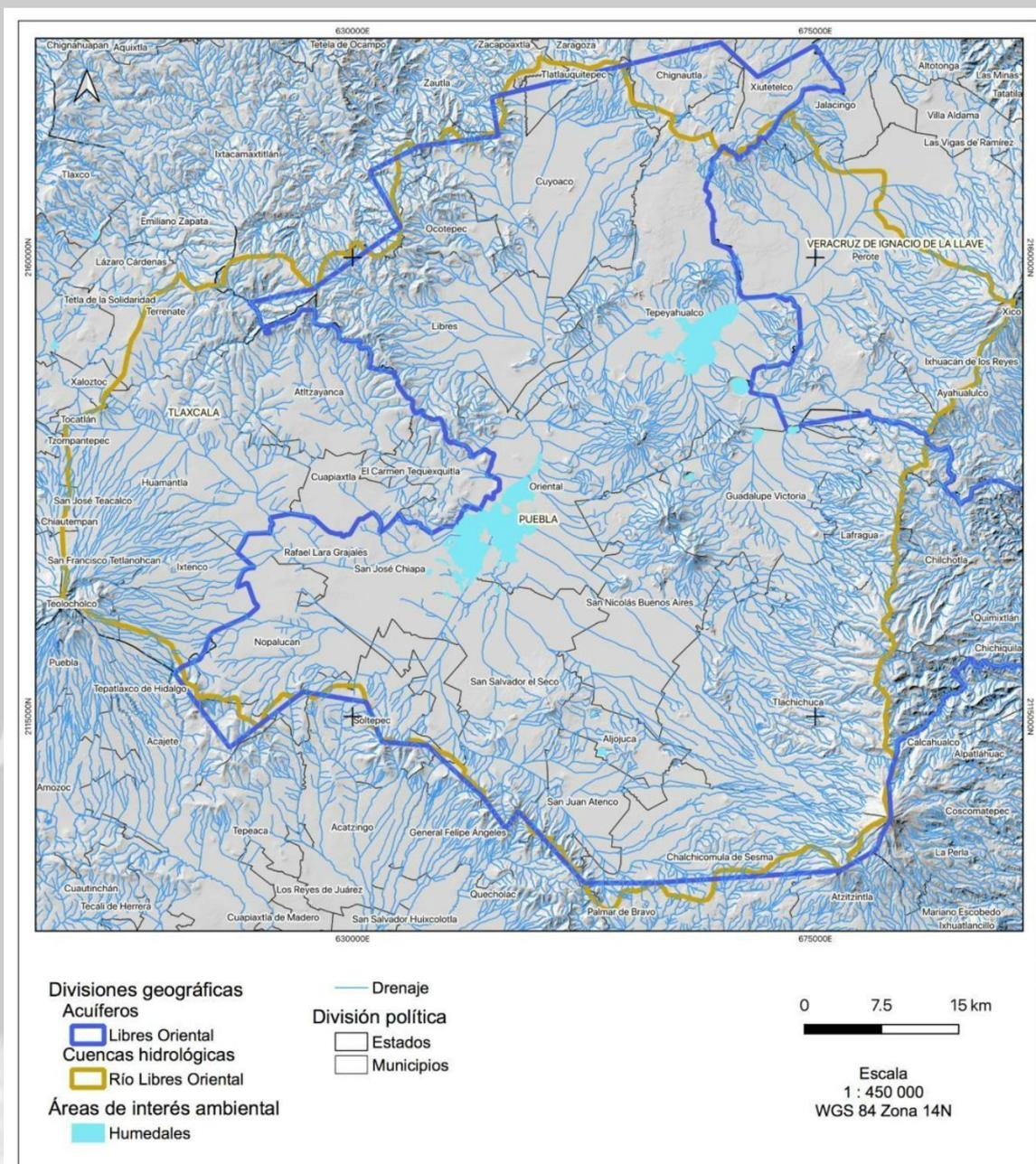
El ALO está conformado por rocas ígneas extrusivas, como materiales piroclásticos y lávicos (CONAGUA, 2020). En las partes bajas de la zona, su tramo superior está constituido por depósitos aluviales no consolidados (de grano medio a grueso), mientras que, en las inmediaciones de los macizos montañosos volcánicos, forman parte del acuífero los derrames lávicos fracturados, interdigitados con los piroclásticos y el aluvión (*Ibíd.*).

El ALO se encuentra limitado por rocas sedimentarias de plataforma, como las Formaciones Pimienta y Tamaulipas Inferior, lateral e inferiormente, formadoras del núcleo de las sierras adyacentes, con espesores variables en el subsuelo, de forma escalonada (*Ibíd.*). Tal vez las calizas arrecifales de las Formaciones Orizaba, Tamaulipas Superior y Guzmantla constituyen la parte inferior del acuífero regional, aún cuando parte de la zona está separada por el relleno de calizas arcillosas, areniscas y lutitas de baja permeabilidad, que actúan como un gran acuitardo discontinuo (Maltrata, Agua Nueva, San Felipe y Mexcala) (*Ibíd.*).

En las áreas del Lago Totolcingo y El Salado, el acuífero está semiconfinado por depósitos arcillosos, de baja permeabilidad y espesor de varias decenas de metros (*Ibíd.*). Localmente, también puede estar semiconfinado por materiales aluviales de grano fino en el resto de la zona (*Ibíd.*).

⁴ Un acuífero es una formación geológica hidráulicamente conectada entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración.

Mapa 3. Localización geográfica del ALO, 2021.



Fuente: elaboración propia con información de SINA, 2021.

El ALO coincide territorialmente y de manera total con 21 municipios (tal como se muestra en la Tabla 2) y con 10 municipios de manera parcial. Todos los municipios con los que coincide el Acuífero Libres Oriental pertenecen al estado de Puebla y en conjunto suman aproximadamente 359,054 habitantes, cifra que representa la población asentada sobre este acuífero (CONAGUA, 2021).

Tabla 2. Municipios pertenecientes al ALO, 2021.

Municipio	Estado	Pertenencia
Aljojuca	Puebla	Total
Cuyoaco	Puebla	Total
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Total

Chichiquila	Puebla	Total
Chilchotla	Puebla	Total
Guadalupe Victoria	Puebla	Total
Ixtacamaxtitlán	Puebla	Total
Lafragua	Puebla	Total
Libres	Puebla	Total
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Total
Nopalucan	Puebla	Total
Ocoatepec	Puebla	Total
Oriental	Puebla	Total
Quimixtlán	Puebla	Total
Rafaél Lara Grajales	Puebla	Total
San José Chiapa	Puebla	Total
San Juan Atenco	Puebla	Total
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Total
San Salvador el Seco	Puebla	Total
Tepeyahualco de Hidalgo	Puebla	Total
Tlachichuca	Puebla	Total
Aquixtla	Puebla	Parcial
Atzitzintla	Puebla	Parcial
Chignautla	Puebla	Parcial
Esperanza	Puebla	Parcial
Soltepec	Puebla	Parcial
Tetela de Ocampo	Puebla	Parcial
Tlatlauquitepec	Puebla	Parcial
Zaragoza	Puebla	Parcial
Zacapoaxtla	Puebla	Parcial
Zautla	Puebla	Parcial

Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2020.

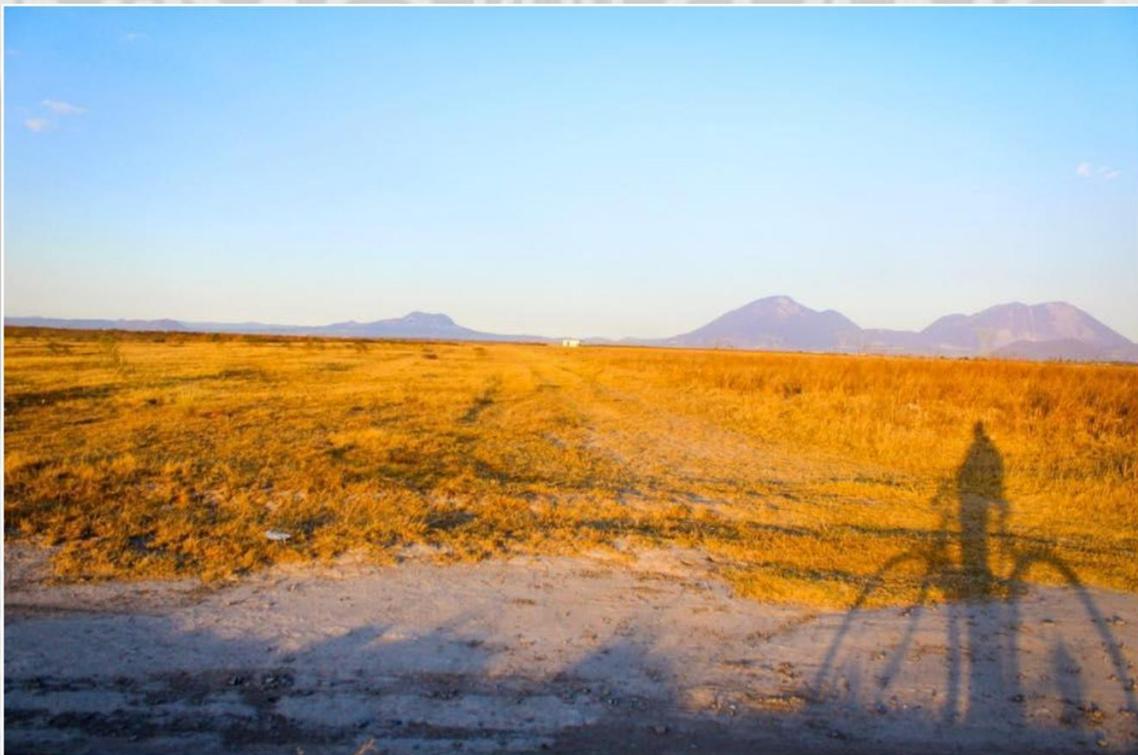
Al igual que la CRLO, la recarga natural del ALO proviene principalmente de la sierra del Citlaltépetl y de la Malintzin. Como se mencionó antes, el escurrimiento superficial en la CRLO es transitorio y escaso ya que se trata de una cuenca endorreica, sin salidas superficiales. En el caso particular del ALO, las corrientes de agua principales son el Río

Xonecuila y el Río Barranca La Malinche, los cuales nacen en Tlaxcala y vierten sus escurrimientos, en forma intermitente, al Lago de Totolcingo o El Carmen (*Ibíd.*). No es fortuito que, como veremos más adelante, diversos corredores industriales entre Puebla y Tlaxcala se emplacen precisamente en las faldas de la Malintzin, una auténtica “fábrica” de agua.

La profundidad de los niveles estáticos⁵ del ALO varían de menos de 2 m a poco más de 100 m (*Ibíd.*). La profundidad es somera en el área central de la cuenca, en el área lacustre. Este es el caso del Lago de Totolcingo, zona en la que el nivel estático llega a ser menos de 2 m y en no pocas ocasiones el agua aflora (*Ibíd.*). De hecho, diversos campesinos de la zona aledaña al Lago de Totolcingo sostienen que hace tan sólo 20 años, el espejo de agua se encontraba a menos de 1 m (bastaba con rascar para verlo) y que existían diversos brotes naturales de agua en la zona. No obstante, debido a la intensificación de la extracción hídrica experimentada durante las últimas décadas, la profundidad del nivel estático del ALO ha aumentado considerablemente.

En el caso de Tepeyahualco el agua aflora en los axalapascos, entre ellos el de Alchichica y Quecholac, con profundidad al nivel estático de 5 m en el área lacustre. La profundidad de los niveles estáticos aumenta a un rango de 40-100 m en las estribaciones de las cadenas montañosas que rodean al valle (*Ibíd.*).

Imagen 1. Zona aledaña al Lago de Totolcingo, 2021.



Fuente: elaboración propia.

La carga hidráulica varía entre 2325 y 2440 metros sobre el nivel del mar (msnm), con un comportamiento decreciente de las partes altas hacia las áreas lacustres y en los bordes suroriental y nororiental de la zona (*Ibíd.*). En las áreas lacustres, tal como la que se muestra en la Imagen 1, se presenta un patrón de flujo subterráneo característico de cuencas cerradas, donde la alimentación subterránea procede de Huamantla y de San

⁵ El nivel estático de un acuífero se refiere a la posición que ocupa el agua subterránea en estado natural y se expresa mediante la distancia medida desde la superficie del terreno hasta la superficie del agua en el subsuelo.

Nicolás Buenos Aires, mientras que la descarga se realiza hacia las áreas de Libres y Oriental (*ibíd.*).

De manera similar a la distribución anterior, el flujo del área lacustre de Tepeyahualco no converge en el sitio ocupado por el lago, sino hacia la zona de bombeo, al poniente de aquella y se vislumbra una salida subterránea dirigida al vecino estado de Veracruz (*ibíd.*). Es probable que, en la mitad norte de la cuenca, las fallas y fracturas, tal como la caldera de Los Humeros y otras estructuras, controlan el flujo, dando como resultado sistemas hidrotermales profundos (*ibíd.*).

MANUS

UNIDAS POR UNA CUENCA

LIBRE



2. Problemática hídrico y socioambiental general en la CRLO

2.1 Disponibilidad hídrica superficial en la CRLO

En relación a la disponibilidad superficial media anual, al 21 de septiembre de 2020 la CRLO presenta un volumen anual medio de escurrimiento natural de 294.067 millones de metros cúbicos (hm_3), un volumen anual de extracción de agua superficial de 15.505 hm_3 y un déficit de disponibilidad media anual de 9.238 hm_3 [9,237,000,000] (SINA, 2021). La situación anterior coloca a la CRLO en un estatus de déficit y sin disponibilidad.⁶ Véase Mapa 4.

El déficit hídrico actual de la CRLO la colocó en el lugar 32 respecto a las cuencas con mayores déficits a nivel nacional (SINA, 2021). Años atrás, en 2016, la CRLO presentaba un déficit de disponibilidad media anual de 0.955 hm_3 [955,000,000 litros] situación que la colocó en el lugar 45 respecto a las cuencas con mayores déficits a nivel nacional (*Ibíd.*). En realidad, el déficit referido lo presenta al menos desde 2013 (*Ibíd.*).

Para febrero de 2015, la disponibilidad de agua superficial de la CRLO fue de 22.652 hm_3 , tal como se muestra en la Tabla 3. Dichas cifras con las más actuales.

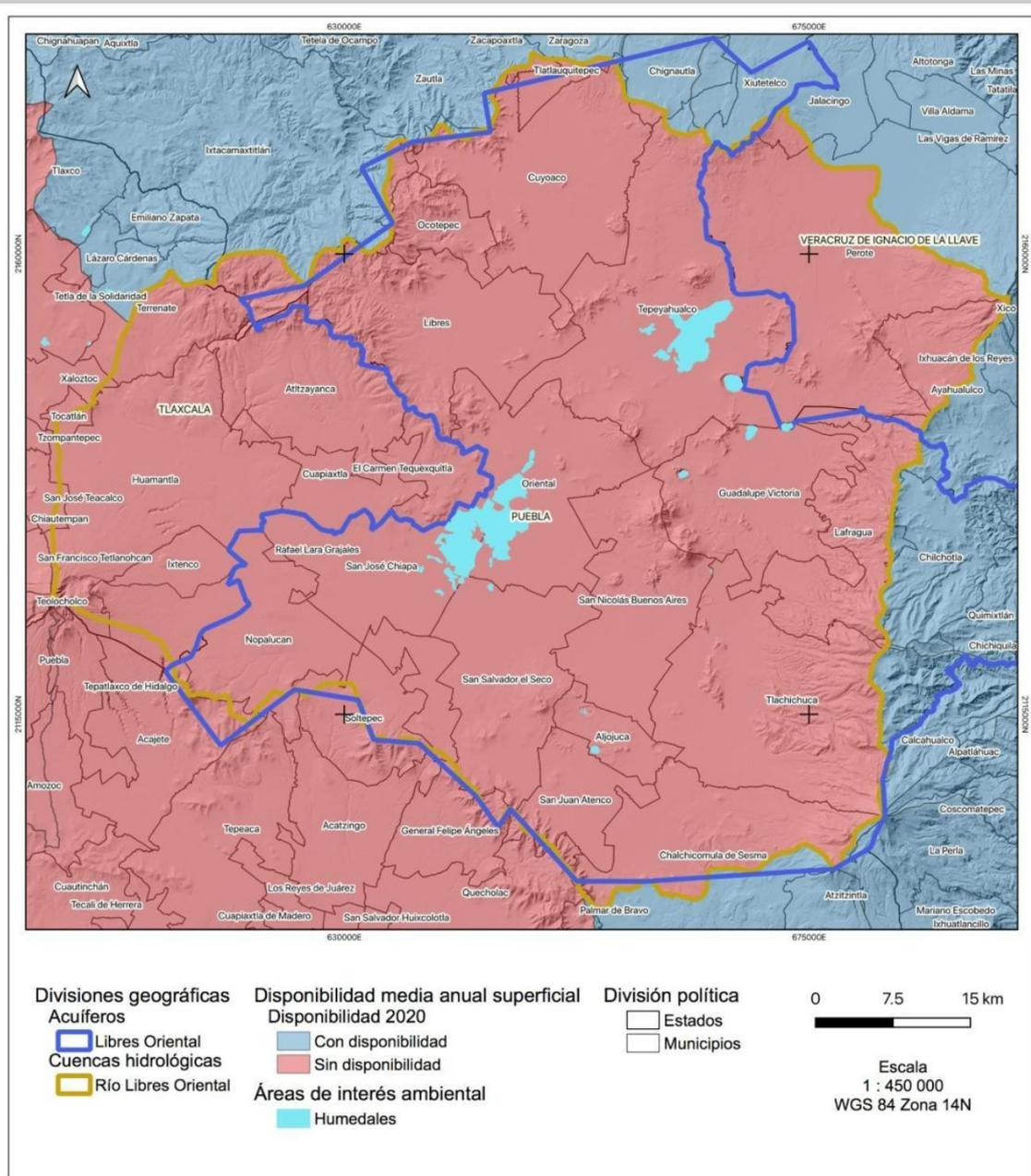
Tabla 3. Disponibilidad hídrica superficial en la CRLO, 2022.

Volumen medio anual de escurrimiento natural	Volumen anual de retornos	Volumen anual de extracción de agua superficial	Volumen anual comprometido aguas abajo
294.067	4.637	6.563	292.436

Fuente: elaboración propia con base en Diario Oficial de la Federación [DOF], 2022.

⁶ La situación de déficit también la presentan 104 cuencas hidrológicas a nivel nacional, de las cuales 14 se encuentran en la RHA Balsas (SINA, 2021). A 2020, sólo una cuenca perteneciente a la RHA Balsas no presenta déficit; se trata de la Cuenca Río Bajo Balsas (*Ibíd.*).

Mapa 4. Disponibilidad media anual superficial en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

2.2 Disponibilidad hídrica subterránea en el ALO

De acuerdo con la CONAGUA (2020), entre 1964 y 1996 la extracción de agua subterránea del ALO se incrementó de manera paralela a la perforación de pozos más profundos (principalmente agrícolas) ya que de la extracción de agua subterránea total, un 80% se destina a la actividad agrícola. Así, en 1996 se bombeaba en la zona un volumen de 103 hm³.

Como se aprecia en la Tabla 4 y 5, en 2020, la recarga natural total media anual⁷ del ALO fue de 179.3 hm³/año (*ibídem*).⁸ De los 45 acuíferos que conforman la RHA Balsas, el ALO ocupa el décimo lugar entre los acuíferos con mayor volumen de recarga natural media

⁷ La recarga total media anual que recibe el acuífero corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero (CONAGUA, 2020).

⁸ De los 179.3 hm³/año, 40.00 hm³/año provienen de los escurrimientos de las montañas y 139.00 hm³/año de la captación de lluvia en la cuenca (CONAGUA, 2020).

anual (SINA, 2021). es importante aclarar que la recarga anual puede presentar variaciones significativas respecto al valor medio calculado dependiendo de las características y la distribución de la precipitación pluvial (*ibíd.*). No obstante, debido al efecto regulador del gigantesco almacenamiento subterráneo, dichas variaciones no se traducen en fluctuaciones importantes de los niveles del agua subterránea (*ibíd.*).

Como se observa en la Tabla 4, los acuíferos del estado de Puebla con mayores volúmenes de recarga natural media anual son respectivamente: Valle de Puebla, Valle de Tehuacán, Atlixco-Izúcar de Matamoros, Tecolutla y Libres Oriental. Con la excepción de Tecolutla, los acuíferos antes referidos se sitúan en el centro y el sur del estado. En el caso del ALO, ocupa la quinta posición respecto a los acuíferos con mayor recarga, y por ende, más ricos en aguas subterráneas.

Tabla 4. Recarga natural media anual de los acuíferos en el estado de Puebla, 2021 (hm₃).

Acuífero	RHA	Estados	Volumen
Ixcaquixtla	Balsas	Puebla	110.30
Valle de Tehuacán	Golfo Centro	Puebla	246.90
Atlixco-Izúcar de Matamoros	Balsas	Puebla	244.30
Valle de Puebla	Balsas	Puebla	360.70
Valle de Tecamachalco	Balsas	Puebla	157.10
Libres Oriental	Balsas	Puebla	179.30
Tecolutla	Golfo Centro	Puebla y Veracruz	181.00
Poza Rica	Golfo Centro	Puebla y Veracruz	55.70
Alamo-Tuxpan	Golfo Centro	Puebla y Veracruz	154.60
Acaxochitlán	Golfo Centro	Puebla e Hidalgo	19.90

Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

Respecto a la descarga natural comprometida⁹ del ALO en 2020, esta fue de 20.00 hm³/año (CONAGUA, 2020). En cuanto a la descarga total para el periodo 1984-1996, esta fue de 193.00 hm³/año (*ibíd.*, 10). Cabe señalar que las descargas del acuífero se efectúan de diversas formas, tanto por evapotranspiración como por bombeo (*ibíd.*). Un factor importante a considerar respecto a la descarga natural comprometida son las salidas a zonas adyacentes pertenecientes a otros acuíferos como las salidas hacia Perote y la sierra de Soltepec.

⁹ La descarga natural comprometida se determina al sumar los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las salidas subterráneas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes (CONAGUA, 2020).

Tabla 5. Disponibilidad media anual de agua en el ALO, 2020.

Variable	Volumen (hm ₃ /año)
Recarga natural media anual	179.3
Descarga natural comprometida	20.00
Volumen de extracción de aguas subterráneas	157.30
Volumen anual de agua subterránea disponible	2.00

Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2020.

Al 20 de febrero de 2020, el volumen de extracción de aguas subterráneas¹⁰ del ALO fue de 157.30 hm₃/año (*ibíd.*). De los 45 acuíferos que conforman la RHA Balsas, el ALO ocupa el quinto lugar entre los acuíferos con mayor volumen de extracción, sólo por detrás de los siguientes acuíferos Valle de Puebla, Apatzingán, Valle de Tecamachalco y Cuernavaca (SINA, 2021). En cuanto al volumen anual de agua subterránea disponible¹¹ en el ALO, a diciembre de 2020 es de 2.00 hm₃/año, los cuales pueden ser objeto de nuevas concesiones (CONAGUA, 2020). Véase Tabla 4 y Mapa 5.

Derivado de lo anterior, es posible decir que el ALO (3,973.95 km₂) no se encuentra sobreexplotado. En realidad, a 2020 el único acuífero del estado de Puebla que se encuentra sobreexplotado es Valle de Tecamachalco (3,339.72 km₂) con -63.23 hm₃/año (SINA, 2021). De hecho, de los 45 acuíferos que pertenecen a la RHA Balsas, sólo el acuífero antes referido se encuentra en situación de franca sobreexplotación (*ibíd.*).

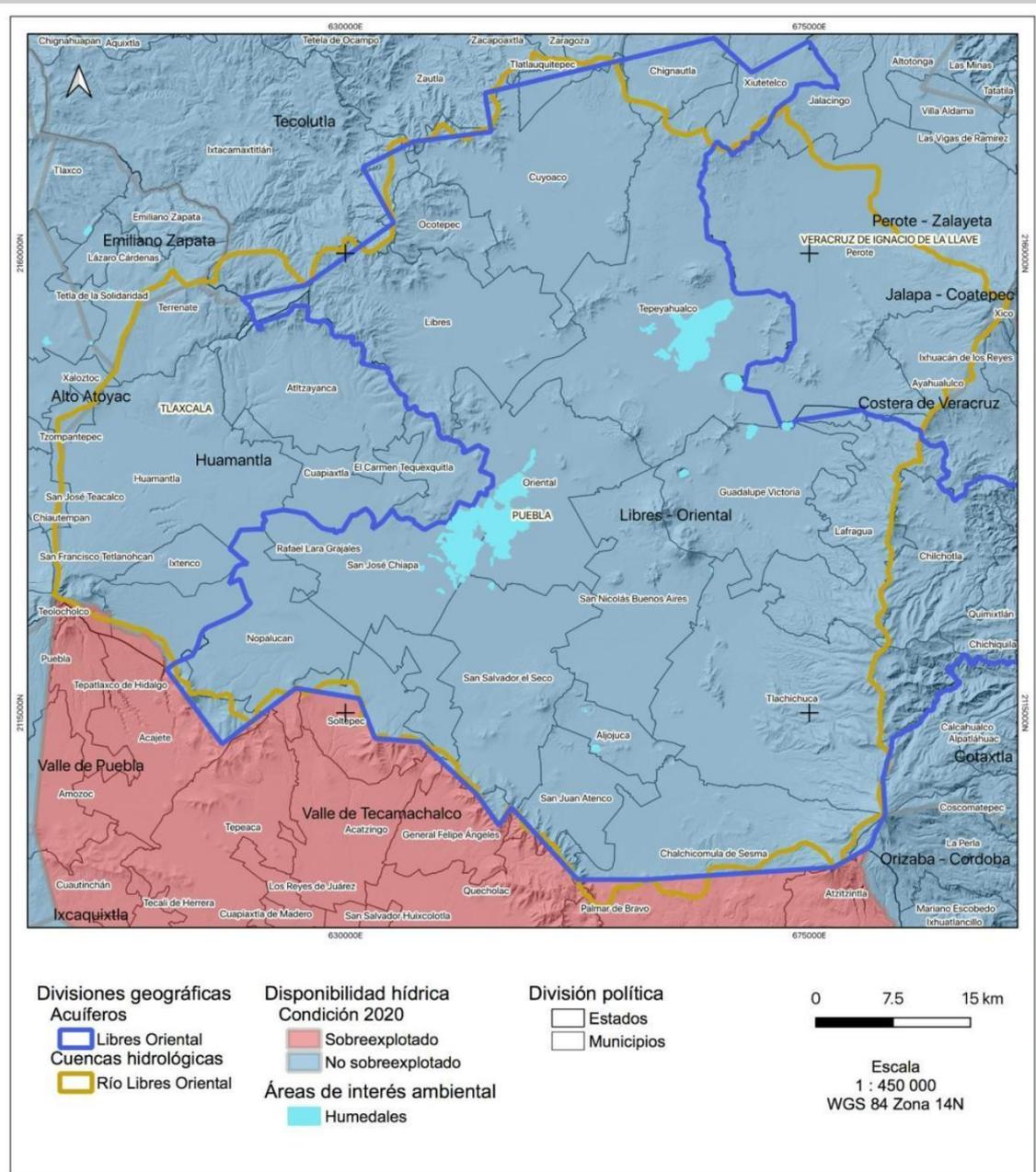
Esta situación abre numerosas preguntas acerca del futuro del ALO ya que, como se mencionó antes, dicho acuífero ocupa el quinto lugar entre los acuíferos de la RHA Balsas con mayor volumen de extracción y cuenta con una disponibilidad anual de tan sólo 2.00 hm₃/año. A lo anterior hay que sumar el hecho de que en las últimas dos décadas se ha intensificado la territorialización de un conglomerado de industrias que consumen grandes volúmenes de agua subterránea.

1

⁰ La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la CONAGUA mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica (CONAGUA, 2020). En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas es equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero (*ibíd.*).

¹¹ La disponibilidad de aguas subterráneas es el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas (CONAGUA, 2020). Se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado.

Mapa 5. Condición del ALO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

Es importante considerar que existen varias inconsistencias en la información divulgada por CONAGUA. Considérese, por ejemplo, que de acuerdo con el propio SINA (2021), en 2009 en ALO tenía una disponibilidad anual de 0.00 hm³/año. Es decir, no tenía disponibilidad. No obstante, de manera contradictoria, la misma institución sostiene que en 2009 el acuífero referido tenía una disponibilidad de 6.22 hm³/año.

Después, de acuerdo con el DOF del 20 de diciembre de 2013, pasó a tener una disponibilidad de 0.05 hm³/año con fecha de corte al 31 de marzo de 2013, alcanzando prácticamente un nivel deficitario (2016). Ese mismo año, se estableció un decreto para su veda (SINA, 2021).

Más tarde, de acuerdo con el DOF del 20 de abril de 2015, alcanzó un nivel deficitario con -0.35 hm³/año al 30 de junio de 2014, cifra que lo colocó sin disponibilidad con un déficit de 551,629,00 l o 351,629 m³ (DOF, 2016). Las cifras anteriores colocaron al acuífero en una tendencia al abatimiento, el cual ya se presentaba en algunos conos de pozos. Para el 31

de diciembre de 2015, de acuerdo con CONAGUA (2018), registró un déficit de -1.10 hm³/año.

Luego, para 2018 el acuífero presentó nuevamente disponibilidad, situación que se prolongó hasta 2020 (2.00 hm³/año) (*ibíd.*).¹²

Tabla 6. Disponibilidad histórica de agua en el ALO, 2009-2020 (hm³).

Año	Recarga	Extracción	Disponibilidad	Estatus
2009	Sin dato	Sin dato	0.00	Sin disponibilidad
2013	179.30	103.00	0.05	Con disponibilidad
2015	179.30	103.00	-0.35	Déficit
2018	179.30	103.00	-1.10	Déficit
2020	179.30	157.30	2.00	Con disponibilidad

Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2018, DOF, 2016 y SINA, 2021.

Las cifras anteriores demuestran que al menos desde 2009, la disponibilidad anual del ALO ronda prácticamente en un umbral deficitario, situación que lo coloca en grave riesgo sobreexplotación, tal como aquella que se presentó en 2015. Llama la atención que, paradójicamente, a partir de 2018 el volumen de extracción aumentó de 103.00 hm³ a 157.30 hm³ en 2020 y ello no produjo un escenario de déficit, siendo que la recarga se mantuvo inalterada (179.30 hm³) entre 2013 y 2020. Situaciones como la anterior abundan, por ello es necesario cuestionar la inconsistencia de la información presentada por la CONAGUA.

Respecto a los otros dos acuíferos pertenecientes a la CRLO, cabe decir que para 2020, el Huamantla presentó una disponibilidad de 15.69 hm³, mientras el Perote-Zalayeta un déficit de -12.87 hm³ (SINA, 2021). Es importante resaltar el hecho de que la mayor parte de la recarga natural de la CRLO proviene del ALO y en menor medida del Huamantla y el Perote-Zalayeta respectivamente. véase Tabla 7.

Tabla 7. Disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Huamantla y Perote-Zalayeta, 2020 (hm³).

Acuífero	RHA	Recarga	Extracción	Disponibilidad	Superficie (km ²)
Huamantla	Balsas	96.00	62.41	15.69	851.63
Perote-Zalayeta	Golfo Centro	50.20	52.27	-12.87	1,016.36

1

² Cabe considerar que el DOF del 19 de agosto de 1954 estableció en la entonces Cuenca Cerrada Oriental un decreto que estableció una veda por tiempo indefinido para el aprovechamiento de aguas del subsuelo en los estados de Puebla y Tlaxcala (SINA, 2021). No obstante, se consideró que la capacidad de los mantos acuíferos podía permitir extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros usos (*ibíd.*). Asimismo, en 1966 se estableció una veda por tiempo indefinido respecto a aguas superficiales (*ibíd.*). Fue hasta 2011 cuando se abrogó la veda de 1966 y se estableció una nueva veda (*ibíd.*).

Fuente: elaboración propia con datos del SINA, 2021.

Como se aprecia en la Tabla 8, para el 25 de febrero de 2022, la fecha más actualizada, la disponibilidad media anual del ALO fue de 6.33 hm³, mientras la del Perote-Zalayeta fue de -0.47 y la del Huamantla de 16.74 (DOF, 2022). Las cifras anteriores indican que para 2022 sólo el Acuífero Perote-Zalayeta presenta un déficit.

Tabla 8. Disponibilidad media anual de agua subterránea del ALO, 2022.

Acuífero	Número de acuerdo	Disponibilidad media anual	Descarga natural comprometida	Recarga total media anual
Libres-Oriental	3	6.330000	20.00	179.3
Perote- Zalayeta	3	-0.479400	10.8	50.2
Huamantla	3	16.743800	17.9	96.0

Fuente: elaboración propia a partir de DOF, 2022.

2.3 Problemática socioambiental en la CRLO

La CRLO configura uno de los territorios más devastados a nivel socioambiental y de salud en el país en las últimas décadas como resultado de la dinámica productiva y los procesos particulares de acumulación del capital específicamente neoliberal. Considérese que el territorio perteneciente al ALO es una de las 50 Regiones de Emergencia Ambiental¹³ (REA's) que han sido identificadas en el territorio nacional por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT, 2021).¹⁴

Aunado a lo anterior, el ALO ha sido catalogado como un infierno ambiental a causa de la presencia de uno de los escenarios toxicológicos más graves detectados a nivel nacional, mismo que ha sido producto de los contaminantes emitidos por empresas e industrias instaladas en la región, mismas que no sólo producen riqueza, sino también miseria socioambiental.¹⁵

Como se mostrará más adelante, el agua se posiciona como el centro de la disputa y la conflictividad socioambiental de la CRLO. Se trata de una disputa que se ha agudizado en las últimas dos décadas llegando a constituir en lo que bien podría denominarse una auténtica guerra por el agua de uno de los acuíferos más ricos a nivel hídrico en todo el estado de Puebla. En realidad, la mayor parte de los conflictos territoriales en la CRLO están directamente vinculados al agua.

¹³ Una REA es un territorio en el que los agentes tóxicos y los procesos contaminantes convergen como resultado de las dinámicas salvajes de la acumulación capitalista (CONACyT, 2021).

¹⁴ En México existen más de 50 REA's en las cuales se padecen problemáticas asociadas a la contaminación (CONACyT, 2021). Se trata de problemáticas vigentes pero poco visibles. En las REA's se concentran y sobreponen diversos procesos de emisiones y vertidos de todo tipo de contaminantes a gran escala: descargas sólidas, líquidas y aéreas de grandes ciudades, corredores turísticos, industriales, agroindustriales y emplazamientos extractivos (*Ibid.*).

¹⁵ Otros infiernos ambientales detectados a nivel nacional son: la parte alta del Río Santiago (900 mil habitantes), la cuenca de la independencia (800 mil habitantes), el Sur de Cuauhtémoc (3.5 millones de habitantes), el corredor industrial Querétaro-San Juan del Río (1.6 millones de habitantes), el norte del valle del Mezquital (500 mil habitantes), el corredor industrial al norte de la zona metropolitana de la Ciudad de México (4.4 millones de habitantes), el corredor industrial Toluca-Atzacolulco (2.1 millones de habitantes), el Río Atoyac-Zahuapan (2.6 millones de habitantes) en Puebla y Tlaxcala, el Río Atoyac (870 mil habitantes) en Veracruz y el norte del Istmo de Tehuantepec (721 mil habitantes).

Simultáneamente, el agua también se ha convertido en el principal eje articulador de resistencias populares y luchas territoriales en la región. Así como el agua configura el principal eje en torno al cual se desenvuelve la apropiación capitalista en la región, también constituye el principal eje que aglutina las demandas de diversos movimientos territoriales de carácter popular en la región. Y es que lo que está en disputa es el agua, un valor de uso vital y además estratégico.

A grandes rasgos, los conflictos territoriales asociados al agua en la región pueden ser agrupados en tres grandes rubros: escasez, despojo y contaminación. No obstante, a pesar de la vigencia de dichas problemáticas, y a pesar de ser una de las cuencas más contaminadas a nivel nacional, las problemáticas socioambientales son poco conocidas a nivel de la sociedad civil; permanecen normalizadas.

2.4 La sobreexplotación del ALO

En el caso particular de la explotación del ALO durante las últimas décadas, considérese que en 1966 la profundidad del nivel estático se localizaba a 5 m en los alrededores de la Laguna El Carmen y Tepeyahualco, de donde se incrementaba hacia la periferia del valle hasta los 40 m, a excepción de una pequeña zona localizada en San Lorenzo Cuapiaxtla y en la porción norte de la CRLO que alcanza hasta 100 m de profundidad (SARH, 1985). Al norte de Huamantla había una zona en donde la profundidad del nivel estático decrecía de 40 a 10 m, en ambos márgenes del Río Xonecuila (*Ibíd.*). Para 1984, en dicha zona de Huamantla la profundidad mínima del nivel estático fue de 15 m (*Ibíd.*).

Más recientemente, para el 25 de febrero de 2022, la fecha más actualizada, el ALO presenta una condición de disponibilidad, ya que como se mencionó líneas arriba, presenta una disponibilidad media anual del ALO de 6.33 hm₃ (DOF, 2022).

Previamente, de acuerdo con el DOF del 17 de septiembre de 2020, el único acuífero del estado de Puebla que presentó una condición de no disponibilidad fue el Valle de Tecamachalco con un déficit de -6323 hm₃/año (SINA, 2021). Por su parte, el Perote-Zalayeta (Veracruz) presentó un déficit de -12.86 hm₃/año, mientras el Huamantla (Tlaxcala) presentó una disponibilidad de 15.68 hm₃/año (*Ibíd.*). En el caso del ALO, presentó una disponibilidad de 2.00 hm₃/año (*Ibíd.*).

De acuerdo con el DOF del 4 de enero de 2018, los dos acuíferos de Puebla sin disponibilidad fueron el Valle de Tecamachalco (0.00 hm₃/año) y el ALO (0.00 hm₃/año) (*Ibíd.*). El Perote-Zalayeta también presentó una condición de no disponibilidad (0.00 hm₃/año) (*Ibíd.*). Por su parte, el Huamantla presentó una condición de disponibilidad (*Ibíd.*).

De acuerdo con el DOF del 20 de diciembre de 2013, el único acuífero poblano que presentó una condición de no disponibilidad fue el Valle de Tecamachalco con 0.00 hm₃/año (*Ibíd.*). Por su parte, el Huamantla presentó una disponibilidad de 19.94 hm₃/año, mientras el Perote-Zalayeta presentó una disponibilidad de 6.55 0.00 hm₃/año (*Ibíd.*).

De acuerdo con el DOF del 28 de agosto de 2009, los tres acuíferos de Puebla que presentaron una condición de no disponibilidad fueron el ALO (0.00 hm₃/año), el Valle de Tecamachalco (0.00 hm₃/año) y el Atlixco-Izúcar de Matamoros (0.00 hm₃/año) (*Ibíd.*). Por su parte, el Perote-Zalayeta presentó una disponibilidad de 19.75 hm₃/año, mientras el huamantla presentó un disponibilidad de 26.10 hm₃/año (*Ibíd.*).

No obstante, es fundamental la realización de estudios que corroboren los datos anteriores, ya que resulta cuestionable el hecho de que después de un proceso de sobreexplotación del ALO de al menos 20 años, en el que en varias ocasiones se reportó con déficit hídrico, a 2022 la CONAGUA y SEMARNAT lo reporten con disponibilidad

hídrica. Las cifras oficiales resultan cuestionables dado que el proceso de asentamiento industrial, agropecuario y urbano no ha parado de exigir mayores volúmenes hídricos, los cuales han impactado necesariamente la disponibilidad del ALO.

Desde nuestra perspectiva, el ALO experimenta un franco proceso de sobreexplotación (se extrae más agua de la que se almacena en los mantos freáticos) ocasionada por la perforación masiva de pozos de aprovechamiento hídrico subterráneo (el cual ha provocado un déficit hídrico) que se ha mantenido a pesar de las declaratorias de veda (el cual beneficia principalmente a empresas y terratenientes privados) y la gestión entreguista y antisoberana del Estado, la cual ha entregado el agua a intereses privados industriales y extractivos.

Se trata de un proceso que ha ocasionado el abatimiento del ALO y que lo ha colocado en una condición susceptible a procesos de desertificación, los cuales ya se observan en la región. De hecho, la zona con los abatimientos más críticos se localiza en la zona centro-sur de la CRLO, específicamente entre el cerro Brujo y las Derrumbadas. Dicha zona, junto al área urbana de Libres, presentan las mayores mermas del nivel estático, las cuales rondan entre 0.50 y 0.90 m/año. Además, en la actualidad el ALO recibe menos aportaciones de la zona de Huamantla.

Sumado a lo anterior, el ALO se encuentra inmerso en un proceso de desertificación, razón por la cual algunos lagos se han vuelto estacionales y esporádicos. Prueba de ello es la desecación y posible desaparición de los lagos Totolcingo y El Salado. Al respecto, considérese que varios pobladores locales refieren que hace algunas décadas, dichos lagos incluso tenían peces y que ahora son escasos. En el caso del Lago Totoloapan, prácticamente ha desaparecido. Por su parte, la laguna de Santa Cruz (Nopalucan) reporta el nivel más bajo en su historia. Véase Fotografía 2.

Fotografía 2. Desecación del Lago de Totolcingo, San Salvador el Seco, 2021.



Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar que el proceso de desertificación está siendo acelerado por la deforestación, el cambio de uso de suelo y la desecación de lagos. Por su parte, el cambio

climático podría acelerar y agudizar el proceso de desertificación, lo cual representa un problema mayúsculo dada la importancia económico-natural de la CRLO.

En su conjunto, es claro que el escenario antes esbozado ha intensificado las disputas y los conflictos sociales en torno al acceso al agua. Se trata de una trama de disputas que en su unidad configuran lo que puede denominarse una guerra por el agua en la que, hasta ahora, las clases populares están situadas en una posición defensiva frente a la iniciativa de empresas privadas nacionales y extranjeras. Lo anterior es favorecido por la prevalencia de un marco jurídico federal del agua que sigue las directrices neoliberales, el cual no ha sido cuestionado de manera significativa por el gobierno de la Cuarta Transformación y la sociedad civil mexicana.

Desde nuestra perspectiva, las múltiples problemáticas asociadas a la escasez, el despojo y la contaminación hídrica en la CRLO están directamente vinculadas con la dinámica productiva de la región, la cual se ha reconfigurado durante las últimas tres décadas como resultado de la imposición del patrón de acumulación neoliberal. Dicha dinámica ha exacerbado la problemática hídrica y es un factor esencial para comprender los problemas socioambientales y de salud en la región.

Y es que durante los últimos años la gestión de la CRLO se ha reorientado a la satisfacción de las necesidades productivas del mercado externo, especialmente norteamericano, así como hacia las necesidades de ciertas franjas del mercado nacional. Por supuesto, nos referimos a la gran industria asentada en la CRLO, fundamentalmente. Así la gestión del agua ha dejado de tener un componente de relativa soberanía y ha pasado a subordinarse a las necesidades materiales de grandes empresas nacionales/transnacionales y agroempresarios locales, algunos de ellos vinculados al crimen organizado (secuestro, huachicol, etcétera.).

El emplazamiento de la industria nacional/transnacional en la CRLO durante los últimos años ha sido favorecida por las ventajas comparativas que ofrecen los esquemas jurídicos neoliberales, entre ellos el régimen fiscal y la normatividad ambiental. En palabras sencillas, las grandes empresas se han emplazado en la región porque pagan escasos impuestos, existen salarios bajos y pueden contaminar.

Como se mencionó antes, esto ha sido resultado de una política económica anticonstitucional sumamente desigual y excluyente que está sistemáticamente subordinada a nivel territorial-material a intereses imperialistas, fundamentalmente de Estados Unidos. Si se ignora este hecho, no es posible entender integral y profundamente las causas de la problemática.

El saldo de dicha política está a la vista: despojo y privatización hídrico-territorial, sobreexplotación y contaminación hídrica, sistema de abastecimiento hídrico público deficiente, saneamiento de aguas residuales obsoleto y descampesinización aguda. En el caso de las consecuencias ambientales y de salud, estas son en gran medida desconocidas ya que existe un deficiente sistema de monitoreo ambiental y sanitario, así como escasas investigaciones científicas.

Pero ¿cuáles son las principales causas de los problemas hídricos y ambientales en la CRLO? A continuación se presenta una breve descripción y un análisis sobre los principales proyectos que amenazan el agua, el territorio y la salud de la población que habita la CRLO.

3. Proyectos industriales y extractivos en la CRLO

En la CRLO existen efectiva y potencialmente diversos proyectos agrícolas, mineros, automotrices, industriales, agroindustriales y energéticos que, en su conjunto, representan una amenaza para el medioambiente, la economía, la salud y vida de los habitantes locales. Estos proyectos son causantes directos de la problemática hídrica y socioambiental que actualmente experimenta la CRLO. En caso de que su territorialización continúe, la CRLO agudizará su condición de REA, tal como ha sido definida por el CONACYT.

3.1 Proyectos de energías renovables

3.1.1 Proyectos de parques solares

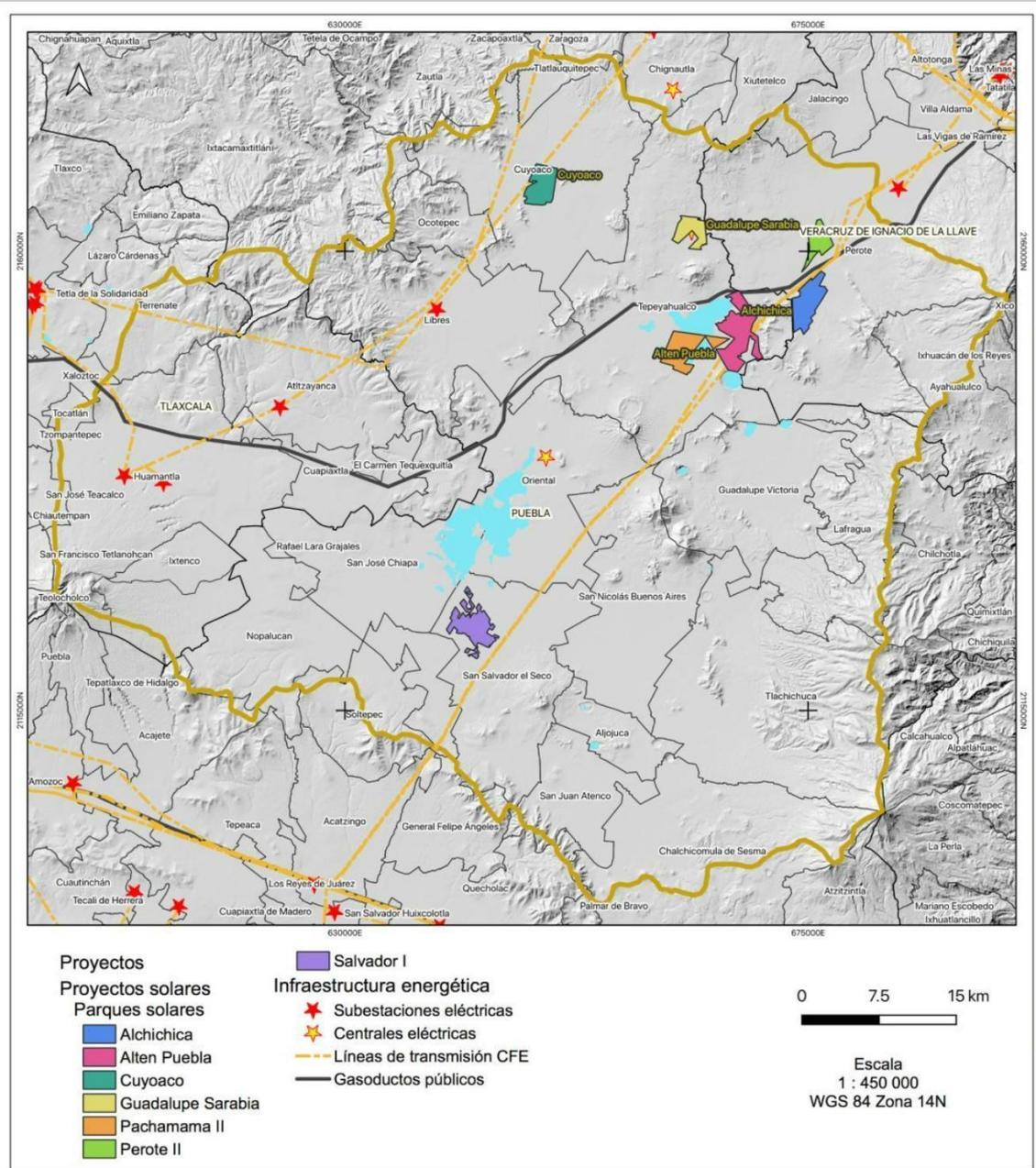
A 2020 existían 247 proyectos de parques solares a lo largo y ancho del territorio nacional. De los 247, en Puebla se encuentran 6 proyectos: 5 se localizan en la CRLO y 1 en Tecali de Herrera. Por su parte, Veracruz cuenta con 2 parques solares, los cuales se ubican en Perote, dentro de la CRLO. En el caso del territorio bajo jurisdicción de Tlaxcala perteneciente a la cuenca, no existe ningún proyecto. Véase Tabla 9 y Mapa 6.

Tabla 9. Parques solares en la CRLO, 2020.

Nombre	Municipio	Empresa	MW	Paneles	Inversión (mdd)	Área	Esquema
Salvador I	San Salvador el Seco	Hola Energía	448	1,456,046	380	1,166	Sin dato
Pachama ma 2	Tepeyahualco	ENR NL	400	1,176,480	330	1,161	Generación
Alten Puebla	Tepeyahualco	Alten Energías Renovables México	250	908,820	220	1,726	Generación
Alchichica	Perote	Planta Solar Villa de Reyes (TW Solar)	280	1,153,440	Sin dato	1,176	Generación
Perote II	Perote	FW Mexsolar Xi (X-Elio) (Gestamp y KKR)	100	339,720	150	595	Generación
Guadalupe Sarabia	Tepeyahualco	Framor Solar Plant 2	315	Sin dato	211	645	Sin dato
Cuyoaco	Cuyoaco	Iberdrola	200	Sin dato	Sin dato	755	Generación

Fuente: elaboración propia con información extraída de Geocomunes, 2021.

Mapa 6. Parques solares en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con información extraída de Geocomunes, 2021.

En suma, la CRLO alberga 7 proyectos de construcción de parques solares, lo que representa el 2.83% de los proyectos existentes en México. Tal como lo muestra la Tabla 9 y el Mapa 6, en el caso de la CRLO, los proyectos de parques solares se concentran en los municipios de Perote, Tepeyahualco, Cuyoaco y San Salvador el Seco. Como se aprecia, los proyectos de parques solares se concentran en el norte de la cuenca.

Los proyectos en la CRLO suman 1,993 MW, 5,034,506 paneles solares (sin contar los paneles de los proyectos Guadalupe Sarabia y Cuyoaco) y 7,224 hectáreas (equivalente al 1.52% de la superficie de la cuenca). Es importante mencionar que de los 7 proyectos, 4 se encuentran autorizados, mientras los 3 restantes están en evaluación. Prácticamente todos los proyectos se impulsan bajo el esquema de generación. A la fecha, sólo el proyecto Cuyoaco de Iberdrola se encuentra en fase de operación.

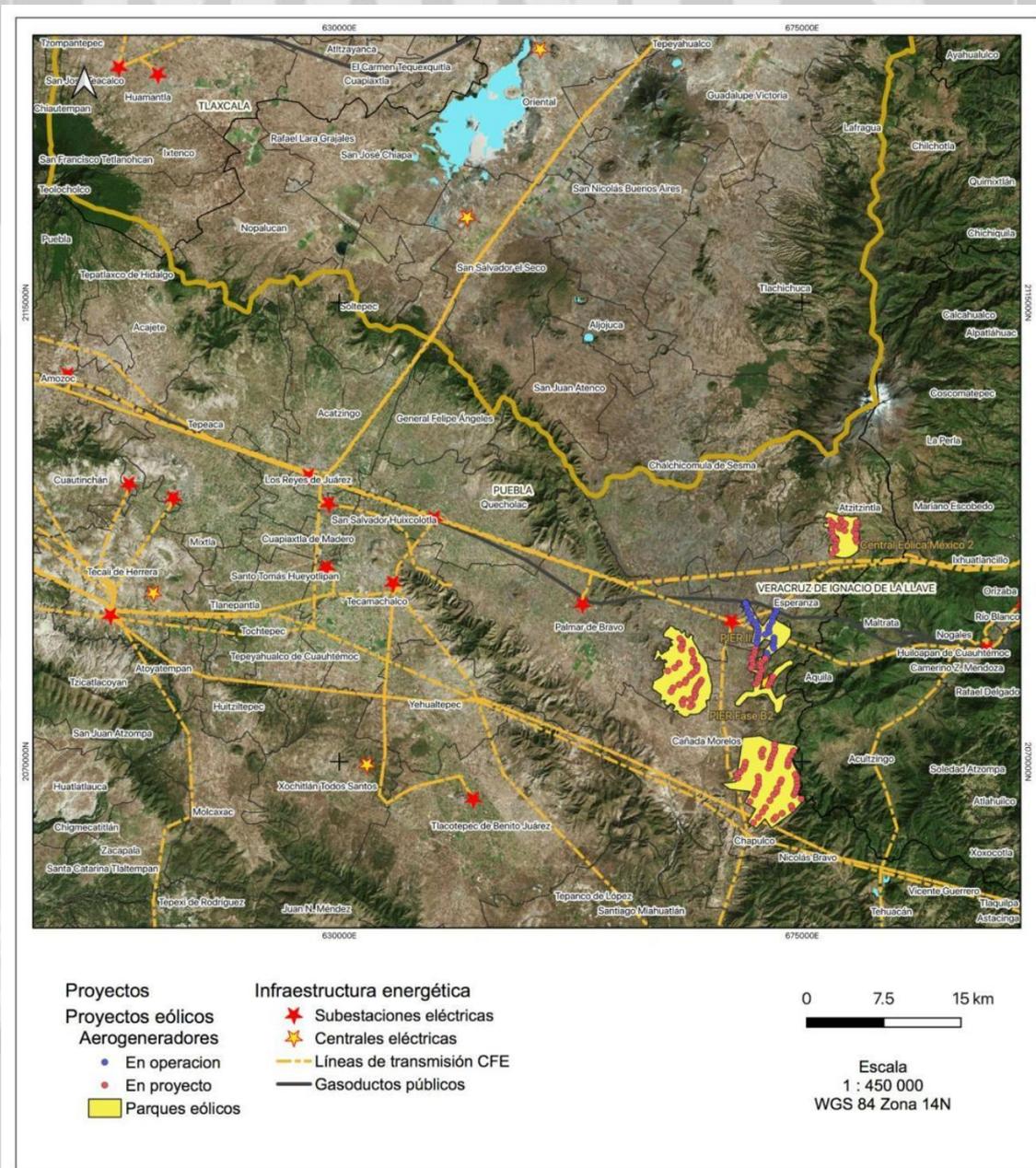
A lo anterior hay que agregar que pese a que fue deseada la Reforma Eléctrica propuesta por Andrés Manuel López Obrador (AMLO), la aprobación de reforma a la Ley de Industria Eléctrica en 2021 abre la posibilidad de limitar el interés de los capitales

privados en la generación y transmisión de energía solar. Desde su aprobación, se han asestado importantes golpes a los intereses de dichos capitales, como Iberdrola, por mencionar un caso emblemático, el cual tiene un proyecto en la CRLO.

3.1.2 Proyectos de parques eólicos

A 2020, en México, existían 151 proyectos de generación de energía eólica (parques solares). De ellos, 6 se localizan en Puebla (3.97% del total). De estos 6 proyectos, 5 se ubican cerca de la CRLO, al sureste, específicamente en los municipios de Atzitzintla, Cañada Morelos, Chapulco, Nicolás Bravo, Palmar de Bravo y Esperanza (véase Mapa 7). Esta zona concentra prácticamente todos los proyectos eólicos del estado de Puebla. El proyecto restante se localiza en Atexcal, al sur del estado.

Mapa 7. Parques eólicos adyacentes a la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con información extraída de Geocomunes, 2021.

Es importante señalar que, si bien dichos proyectos no se encuentran dentro de la CRLO, su consideración es importante para la presente investigación ya que representan una amenaza para la cuenca en su conjunto dada su vigorosa expansión territorial, la cual se

vio favorecida por las reformas neoliberales en materia energética. No obstante, la entrada en vigor de la reforma a la Ley de Industria Eléctrica de 2021 limita el interés de los privados en el sector eólico, específicamente de autoabasto.

En la Tabla 10 se pueden apreciar las principales características de los 5 proyectos de parques eólicos existentes efectiva y potencialmente al sureste de la CRLO. Como se observa, un proyecto (PIER II) se encuentra en operación desde 2015, dos proyectos se encuentran en construcción (PIER IV y PIER Fase B2), un proyecto de encuentra en proyecto con permiso de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) (Central Eólica México 2) y el último se encuentra en proyecto sin permiso de la CRE (PIER III).

Cabe mencionar que 4 de los proyectos son impulsados por Iberdrola (España). En su conjunto, los 5 proyectos suman 505 MW, 146 turbinas (fabricadas en el extranjero), una superficie de 4,734 hectáreas y una inversión de 752 mdd. En cuanto a la modalidad, 4 parques eólicos se impulsan bajo el esquema de autoabastecimiento y el restante bajo el esquema de generación.

Resulta llamativo el hecho de que en el caso de PIER IV, la energía generada está orientada a la satisfacción de la demanda energética de Cementos Apasco, Dal-tile México y Vidriera. En cuanto a PIER II, la energía generada está dirigida a satisfacer la demanda de Soriana, Porcelanite Lamosa y Productos Internacionales Mabe. Véase Tabla 10.

Tabla 10. Parques eólicos aledaños a la CRLO, 2020.

Nombre	Filial	Matriz	Municipio	Capacidad (MW)	Área	Inversión (mdd)	Modalidad	Venta de electricidad
Central Eólica México 2	Central Eólica México 2	Sin dato	Atzitzintla	60	1,316	87	Generación	Sin dato
PIER IV	Iberdrola	Iberdrola	Cañada Morelos, Chapulco y Nicolás Bravo	104	97	300	Autoabastecimiento	Cementos Apasco (153 MWW), Dal-tile México (26MW), Vidriera (26MW)
PIER II	Iberdrola / Grupo P.I. Mabe	Iberdrola	Esperanza	66	58	195	Autoabastecimiento	Soriana (30MW), Porcelanite Lamosa (13 MW), 3 Productos Internacionales Mabe (5.5MW)
Gilberto Marin Poyedo (PIER III)	Grupo P.I. Mabe, a través de su subsidiari	Iberdrola	Palmar de Bravo y Cañada Morelos	65	3,263	170	Autoabastecimiento	Sin dato

	a ILER							
PIER Fase B2	Parque Industrial de Energía Renovable	Iberdrola	Cañada Morelos	220	Sin dato	Sin dato	Autoabastecimiento	Sin dato

Fuente: elaboración propia con información extraída de Geocomunes, 2021.

3.1.3 Sitios potenciales de energías renovables

Además de su gran potencial solar y eólico en algunas áreas particulares, la CRLO posee un destacado potencial para la generación de energía geotérmica. De hecho, los sitios potenciales para el desarrollo de proyectos de generación de energías renovables en la CRLO se concentran precisamente en la generación de energía geotérmica.

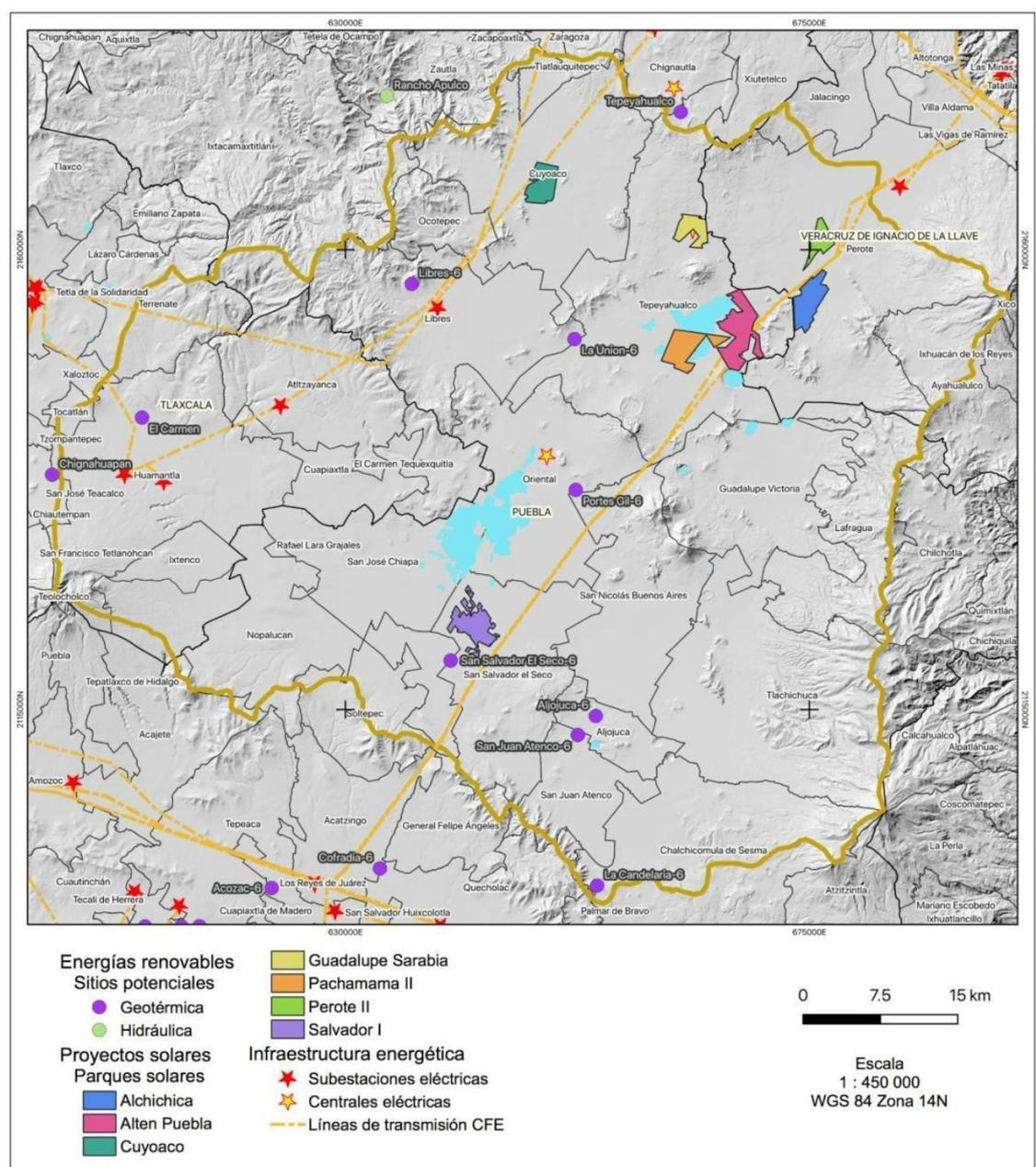
De manera puntual, en la CRLO han sido identificados 9 sitios con potencial para la generación de energía renovable. Como se muestra en la Tabla 11 y el Mapa 8, dichos sitios se concentran en la geotermia hidrotermal y se encuentran localizados en Huamantla, Libres, Oriental, San Salvador el Seco, Aljojuca, San Juan Atenco y Chalchicomula de Sesma.

Tabla 11. Sitios potenciales para proyectos de energías renovables en la CRLO, 2021.

Sitio	Municipio	Energía	Tipo	Clasificación	Fuente
La Candelaria-6	Chalchicomula de Sesma	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM
San Juan Atenco-6	San Juan Atenco	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM
Aljojuca-6	Aljojuca	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM
San Salvador el Seco-6	San Salvador el Seco	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM
Portes Gil-6	Oriental	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM
Chignahuapan	Huamantla	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM
La Unión-6	Libres	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM
El Carmen	Huamantla	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM
Libres-6	Libres	Geotérmica	Geotérmica hidrotermal	Probable	UNAM

Fuente: elaboración propia.

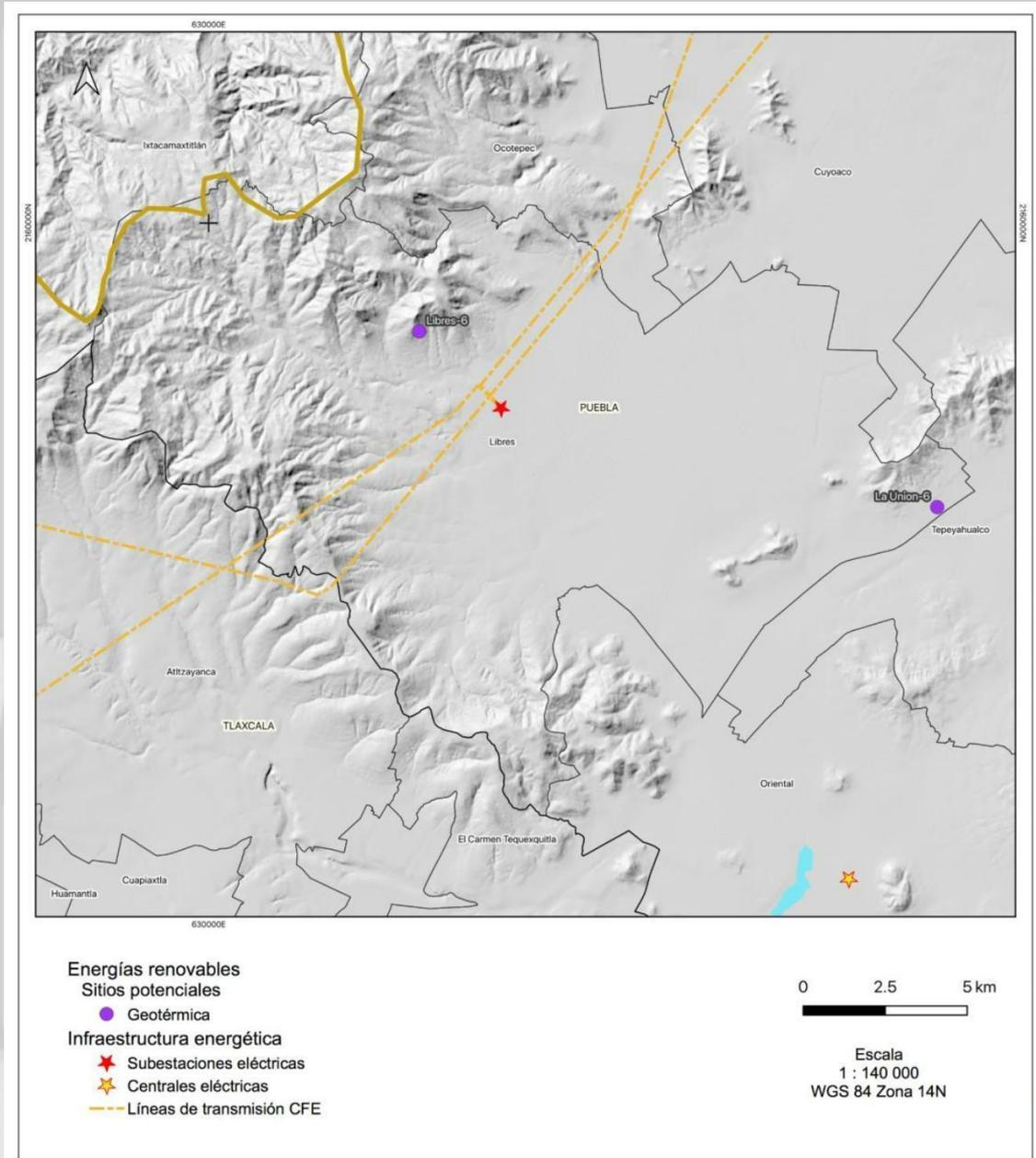
Mapa 8. Sitios potenciales para proyectos de energías renovables en la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia.

En el caso particular de Libres, este municipio tiene 2 sitios potenciales para la generación de energía geotérmica, uno al sureste del municipio, y otro al noroeste, tal como se muestra en el Mapa 9. Se trata de Libres-6 y La Unión-6.

Mapa 9. Sitios potenciales para proyectos de energías renovables en Libres, 2021.



Fuente: elaboración propia.

3.2 Meggranjas porcinas

Otra problemática territorial en la CRLO es la operación de meggranjas porcinas, cada una con miles de cerdos. Dichas meggranjas se han expandido durante los últimos 20 años por toda la cuenca.¹⁶ Su expansión ha ocurrido durante gobiernos neoliberales, mismos que otorgaron a las empresas numerosas facilidades para el aprovechamiento de los vastos recursos hídricos de la región. Y es que la industria de la carne porcina es una de las industrias que consumen más agua. Al respecto, considérese que, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para producir tan sólo un kilogramo de carne se necesitan 15 mil litros de agua, y en el caso de un kilogramo de grano, para su producción se requieren 1,500 litros de agua.

¹⁶ Además del corredor Perote-Serdán en la CRLO, otros corredores donde se localizan meggranjas son el Bajío y la Península de Yucatán.

Respecto a megagránjas porcinas, en la CRLO existen 118 conjuntos de naves. En la Tabla 12 se puede observar el número de naves por municipio. Cabe mencionar que aunque no se ha identificado a la empresa propietaria de cada megagránja existente en la cuenca, es posible afirmar que prácticamente todas las megagránjas porcinas son propiedad de Granjas Carroll, una empresa subsidiaria de Smithfield (Estados Unidos). Además de los 118 conjuntos de naves identificadas, es importante señalar que Granjas Carroll tiene 1 rastro en Oriental y unas instalaciones en Perote.

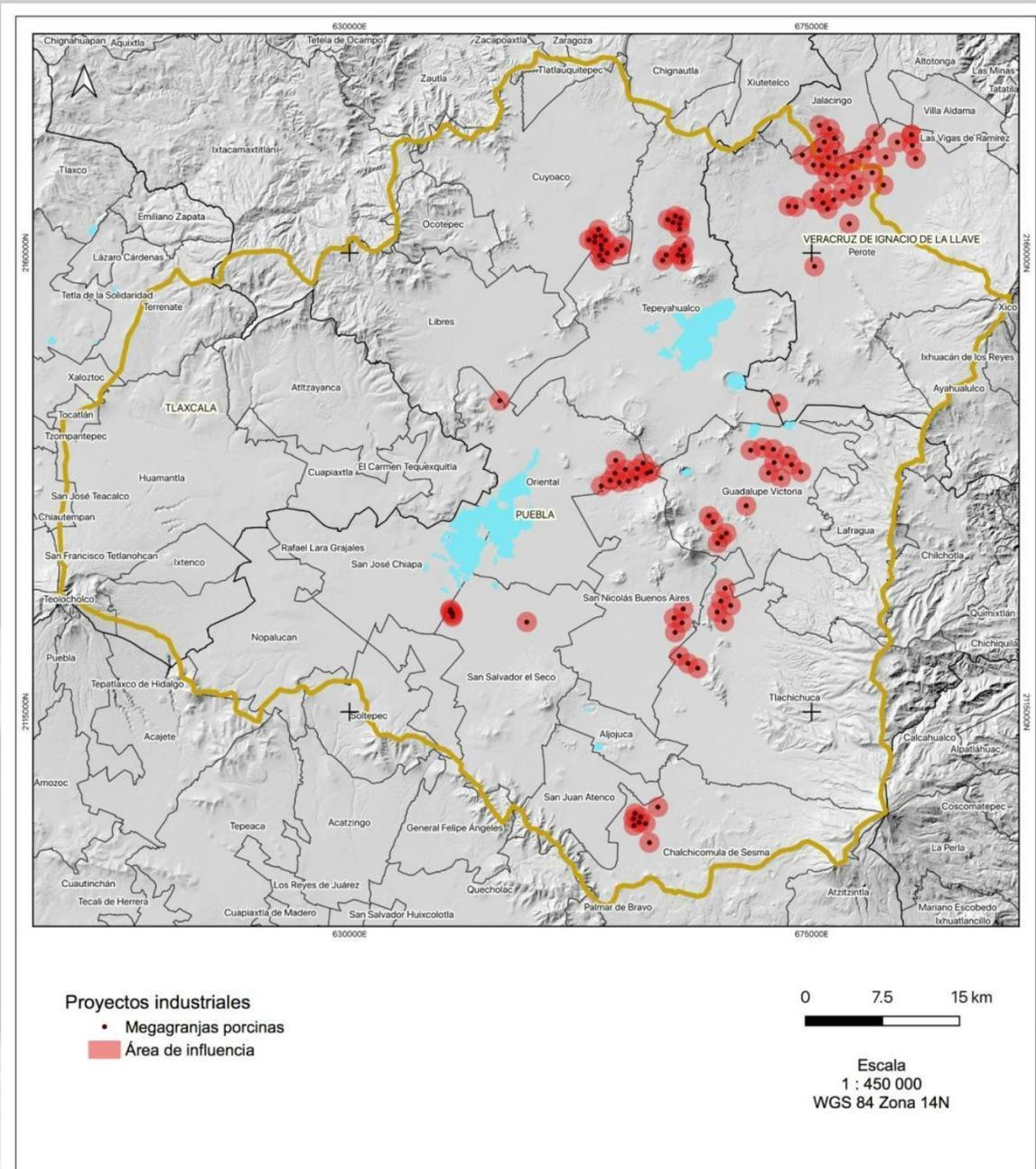
Como se aprecia en la Tabla 12 y en el Mapa 10, los municipios pertenecientes a la cuenca en los que se concentran más conjuntos de naves de producción de cerdos son Perote (36), Guadalupe Victoria (15), Tepeyahualco (13) y Cuyoaco (13).

Tabla 12. Conjuntos de naves de megagránjas porcinas en la CRLO, 2021.

Conjunto de naves	Municipio	Empresa	Matriz	País de origen
2	Cañada Morelos	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
6	Chalchicomula de Sesma	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
6	San Salvador el Seco	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
8	Tlachichuca	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
8	San Nicolás Buenos Aires	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
8	Oriental	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
15	Guadalupe Victoria	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
36	Perote	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
2	Jalacingo	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
13	Tepeyahualco	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos
13	Cuyoaco	Granjas Carroll	Smithfield	Estados Unidos

Fuente: elaboración propia.

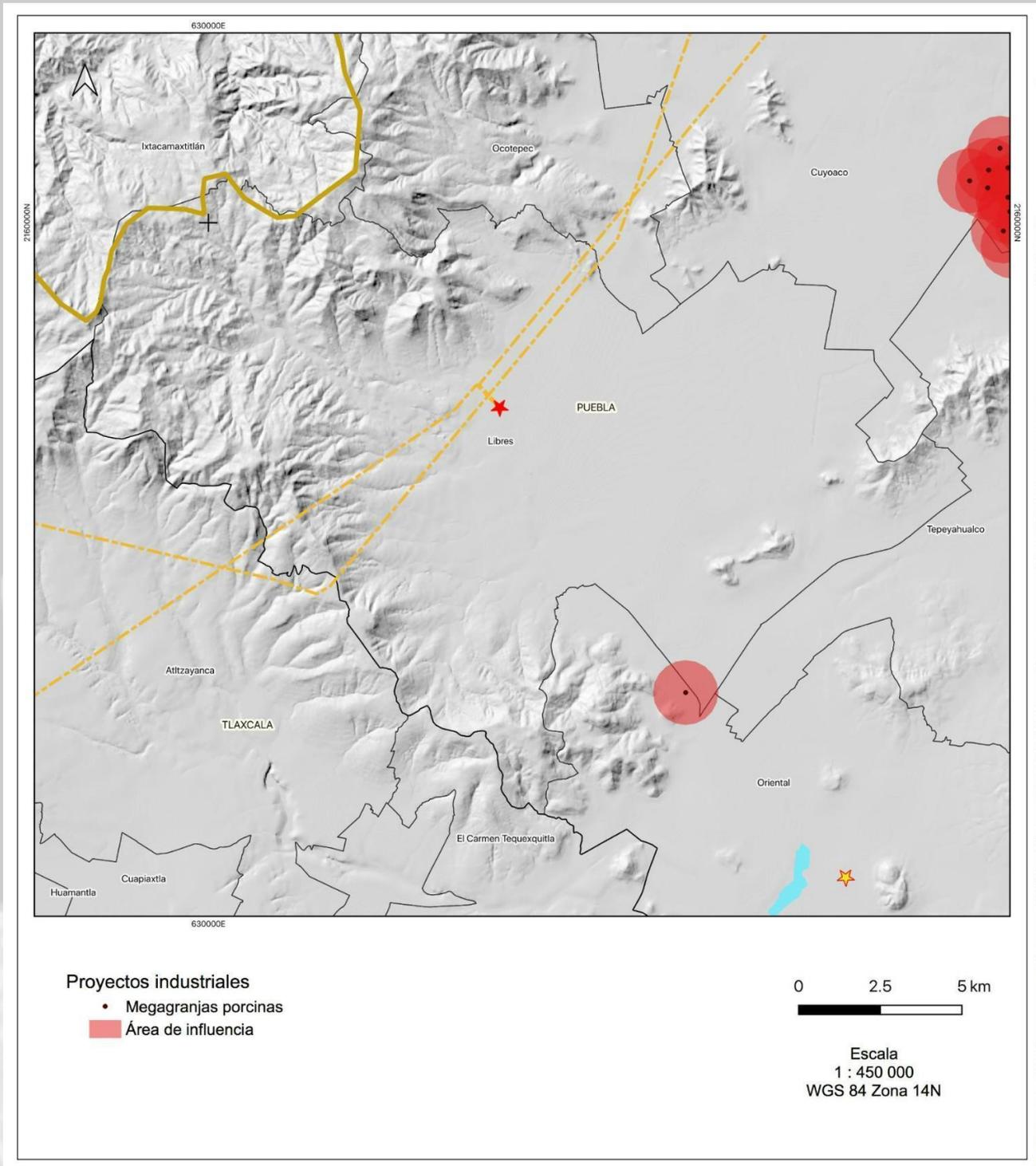
Mapa 10. Conjuntos de naves de megagranjas porcinas en la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia.

En el caso de Libres, como lo muestra el Mapa 11, no existen propiamente megagranjas porcinas a la fecha. No obstante, su expansión territorial hace que se conviertan en una amenaza latente para el municipio. Como se aprecia, las megagranjas más cercanas se localizan en los municipios de Cuyoaco y Tepeyahualco. En el caso de Oriental, muy cerca de Libres, existe un rastro de Granjas Carroll.

Mapa 11. Megagranjas y rastros de Granjas Carroll en Libres, 2021.



Fuente: elaboración propia.

Tal como lo muestra la Tabla 13, en 2006 los municipios con mayor volumen de producción de carne porcina fueron Guadalupe Victoria (18,138 ton), Perote (17,481 ton), Huamantla (3,089 ton) y Cuapiaxtla (673 ton). Resulta significativo el hecho de que para 2006, tan sólo la producción de carne porcina de Guadalupe Victoria y Perote, representó el 71.59% respecto al total de producción en la CRLO.

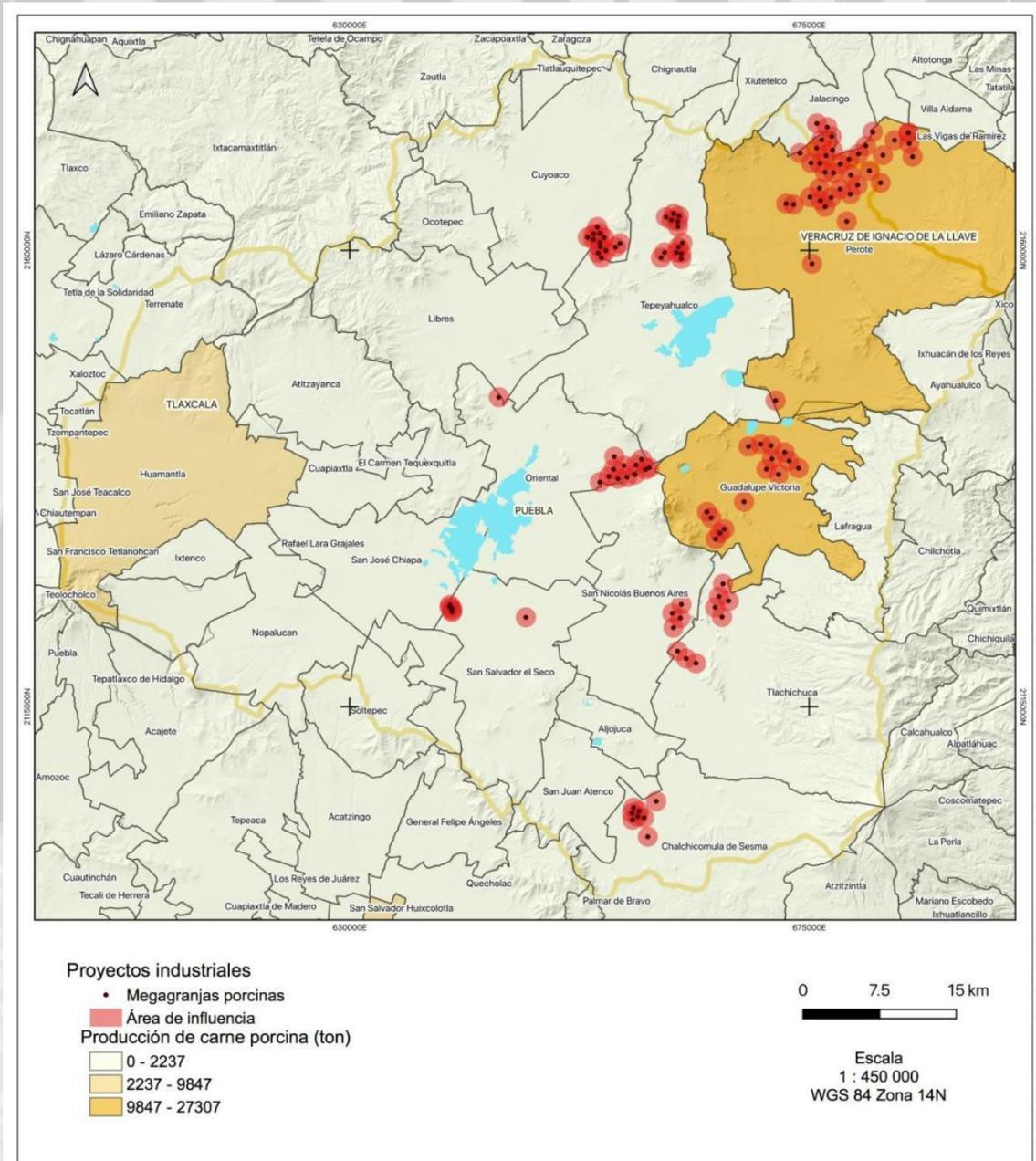
Tabla 13. Producción de carne porcina en la CRLO por municipio, 2006.

Municipio	Estado	Producción (ton)
Chalchicomula de Sesma	Puebla	553
San Juan Atenco	Puebla	458
Aljojuca	Puebla	504
San Salvador el Seco	Puebla	500
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	543
Soltepec	Puebla	506
San José Chiapa	Puebla	563
Rafaél Lara Grajales	Puebla	486
Oriental	Puebla	494
Libres	Puebla	523
Cuyoaco	Puebla	453
Ocotepc	Puebla	428
Tepeyahualco	Puebla	474
Tlachichuca	Puebla	524
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	444
Guadalupe Victoria	Puebla	18,138
Lafragua	Puebla	425
Nopalucan	Puebla	538
Huamantla	Tlaxcala	3,089
Ixtenco	Tlaxcala	242
Zitlaltépec	Tlaxcala	504
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	417
Alzayanca	Tlaxcala	396
Cuapiaxtla	Tlaxcala	673
Tocatlán	Tlaxcala	233
Perote	Veracruz	17,481
Ayahualulco	Veracruz	159
Total		49,748

Fuente: elaboración propia con base en CONABIO, 2021.

Por otro lado, como se puede apreciar en el Mapa 12, en 2006 ya se encontraba en formación lo que sería el principal corredor de megagranjas porcinas en la CRLO: el corredor Guadalupe Victoria y Perote. Es evidente que tanto las megagranjas, como la producción de carne de cerdo, se concentran territorialmente en la parte noreste de la cuenca.

Mapa 12. Producción de carne porcina por municipio (2006) y megagranjas porcinas en la CRLO (2021).



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

3.3 Proyectos industriales

Como lo muestran los Mapas 13, 14 y 16, existen tres corredores industriales en la CRLO. El primero se localiza en Huamantla, el segundo entre San José Chiapa, Rafael Lara Grajales, Cuapiaxtla y Nopalucan y el tercero en Perote. Es evidente que la industria se concentra en el oeste y noreste de la CRLO. La Tabla 14 describe de manera puntual los proyectos industriales más relevantes que existen en la CRLO, mismos que se han emplazado durante los últimos años.

Tabla 14. Proyectos industriales en la CRLO, 2021.

Proyecto	Municipio	Empresa	País	Tipo	Personas ocupadas
Fabricación de automóviles y camionetas	San José Chiapa	Audi México	Alemania	Automotriz	251 y más
Parque industrial Xicohténcatl II	Huamantla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Fabricación de materias primas para la industria farmacéutica	Chalchicomula de Sesma	Alltech SSF	Sin dato	Química	101-250
Fabricación de autopartes para vehículos automotrices	San José Chiapa	Faurecia Sistemas Automotrices de México	Sin dato	Automotriz	251 y más
Fabricación de autopartes para vehículos automotrices	San José Chiapa	HBPO México	Sin dato	Automotriz	101-250
Fabricación de carrocerías y remolques	Cuapixtla	Carrocerías Corpus Christi	Sin dato	Automotriz	101-250
Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador	Huamantla	Bissu Cosméticos	Sin dato	Química	101-250
Fabricación de autopartes para vehículos automotrices	Huamantla	Bury Technologies	Sin dato	Automotriz	101-250
Fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotrices	Huamantla	Clerprem México	Sin dato	Automotriz	101-250

Fabricación de motores de gasolina y autopartes para vehículos automotrices	Huamantla	Knninpping Automotive	Sin dato	Automotriz	101-250
Fabricación de productos de hierro y acero	Huamantla	Trefilados Inoxidables de México	Sin dato	Siderúrgico	101-250
Fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotrices	Huamantla	Consortio Industrial Mexicano de Autopartes	Sin dato	Automotriz	251 y más
Fabricación de autopartes para vehículos automotrices	Huamantla	Grupo Antolin	Sin dato	Automotriz	251 y más

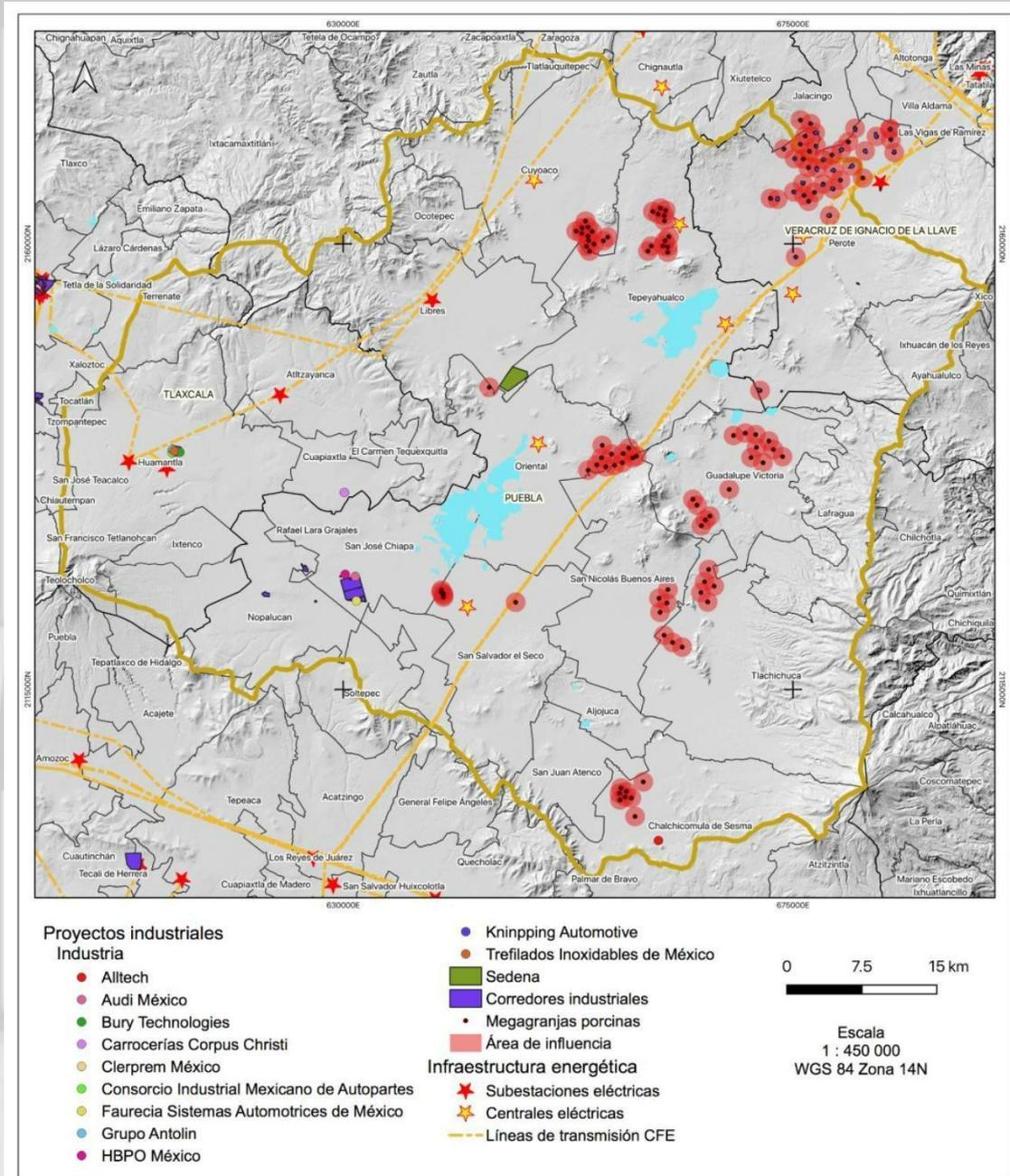
Fuente: elaboración propia con datos de Geocomunes, 2021.

Como se aprecia en la Tabla 14 y en los Mapas 13 y 14, existe un corredor industrial entre Huamantla, San José Chiapa y Cuapiaxtla, el cual se aglutina territorialmente en torno a la industria automotriz. Esta última constituye el eje de articulación territorial. Llama la atención que dicho corredor automotriz se emplaza justamente a las faldas de la Malintzin, a 2400 msnm, en una zona en la que los escurrimientos arriban a la planicie. Esto ocurre también del otro lado de la Malinche, zona donde se localiza el corredor industrial vinculado a la planta automotriz de Volkswagen, así como el corredor industrial que se extiende a las faldas de la Malintzin, entre Tlaxcala y Puebla.¹⁷

1

⁷ Entre Puebla y Tlaxcala se asientan 14 parques industriales en los que convergen la industria automotriz, química, siderúrgica, médica, textil, cerámica, de autopartes, petroquímica, etcétera. Dichos corredores industriales rodean a la Malintzin y aprovechan de manera intensiva los abundantes escurrimientos del Iztacihuatl y la Malintzin, así como los mantos acuíferos de la zona.

Mapa 13. Proyectos industriales en la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia con información de Geocomunes, 2021.

En el caso de las ensambladoras de automóviles, es importante señalar que se emplazan de acuerdo a la “vocación” de los territorios. Comúnmente, se localizan en zonas con abundantes recursos hídricos, con infraestructuras funcionales para la exportación y con regímenes salariales bajos a partir de los cuales se sobreexplota a la mano de obra. A causa de lo anterior, las plantas automotrices en México se localizan principalmente en zonas fronterizas y en el eje neovolcánico transversal.

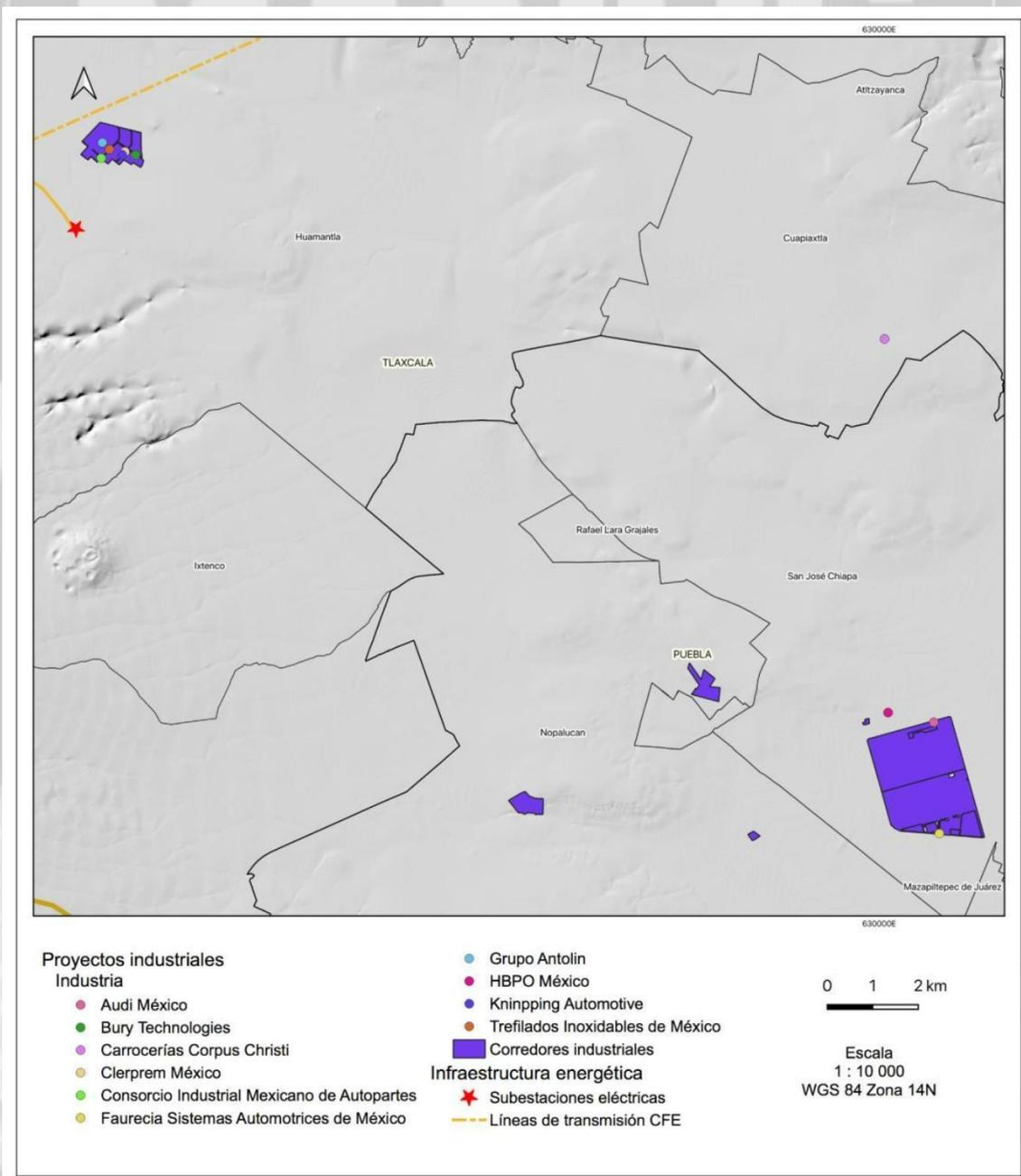
En el caso particular de Audi y Volkswagen,¹⁸ sus instalaciones operativas están emplazadas en dos de los acuíferos más ricos en el estado de Puebla, así como en una

1

¹⁸ Volkswagen aprovecha el agua de la zona de San Francisco Ocotlán desde la década de 1960. Como resultado de sus operaciones, las ciénagas de la región desaparecieron y actualmente los mantos acuíferos de la región se explotan de manera intensiva. De hecho, los pozos de la Volkswagen han aumentado su profundidad. El anterior riesgo lo corre San José Chiapa y comunidades aledañas como resultado de las operaciones de Audi. En este sentido, la escasez, el acaparamiento y la contaminación del agua en la zona de San José Chiapa representa una problemática de primer orden.

zona con adecuada interconexión en términos de transporte y comunicación con el Puerto de Veracruz, puerto en donde finalmente se exportan los automóviles hacia Estados Unidos y Europa. En términos hidrológicos, es posible afirmar que, dados los grandes volúmenes hídricos que se utilizan en la fabricación y el ensamblado de autos, la CRLO exporta agua en forma de automóviles.¹⁹ Esto representa un problema de primer orden dado el déficit presentado por el acuífero en los últimos años resultado de su sobreexplotación, la cual lo coloca en riesgo de abatimiento.

Mapa 14. Proyectos industriales en el oeste de la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia con información de Geocomunes, 2021.

Como se observa en la Tabla 14 y en los Mapas 13, 14, 15 y 16, además de la industria automotriz, la cual representa uno de los principales ejes de consumo productivo y de recursos naturales y devastación socioambiental, en la CRLO existe industria química, siderúrgica, agroalimentaria y militar. En su conjunto, el complejo de industrias

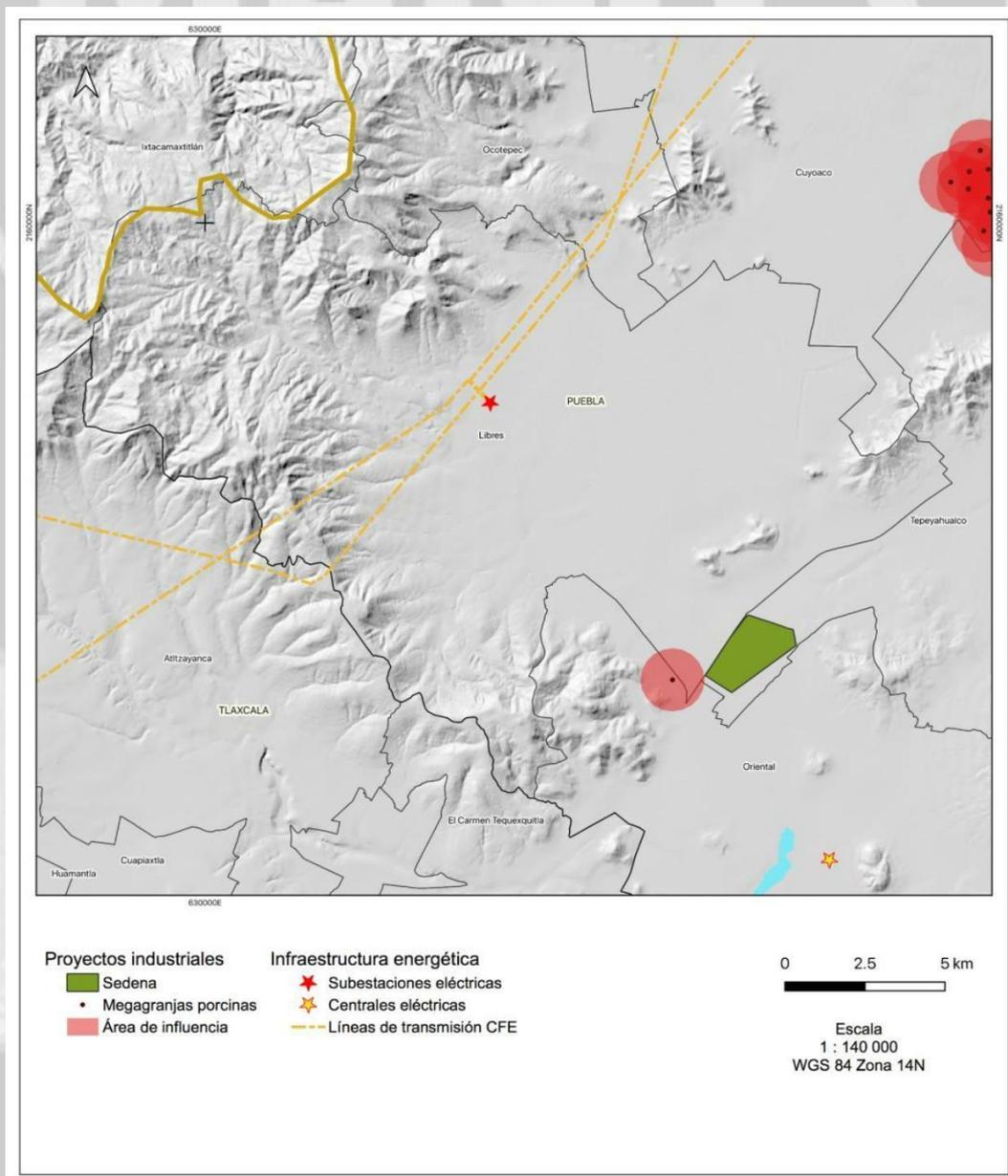
¹⁹ Al respecto, es importante considerar que, de acuerdo con la Organización Internacional de Fabricantes de Vehículos Automotores, en 2020 México se colocó como el séptimo mayor productor de automóviles ligeros a nivel mundial con 300,000 unidades (González, 2021).

asentadas en la región dispone de una excelente red de vías de transporte y comunicación, tanto hacia el Golfo de México como hacia el centro del país.

Como lo muestra el Mapa 15, en Libres no existen propiamente proyectos industriales de gran envergadura. No obstante, son cercanas las meggranjas porcinas de la zona Cuyoaco-Tepeyahualco, el mega rastro porcino de Granjas Carroll en Oriental y el parque industrial-militar La Célula en Tepeyahualco, el cual se encuentra en proceso de construcción. En este último caso, se trata de una industria altamente estratégica en la que se producirá armamento y equipo militar.²⁰ A causa de lo anterior, su información está reservada por el Estado.

Así, todo parece indicar que esta zona se está convirtiendo en un polo industrial, el cual demandará grandes volúmenes de materias primas, entre ellas agua, por supuesto.

Mapa 15. Proyectos industriales en Libres, 2021.

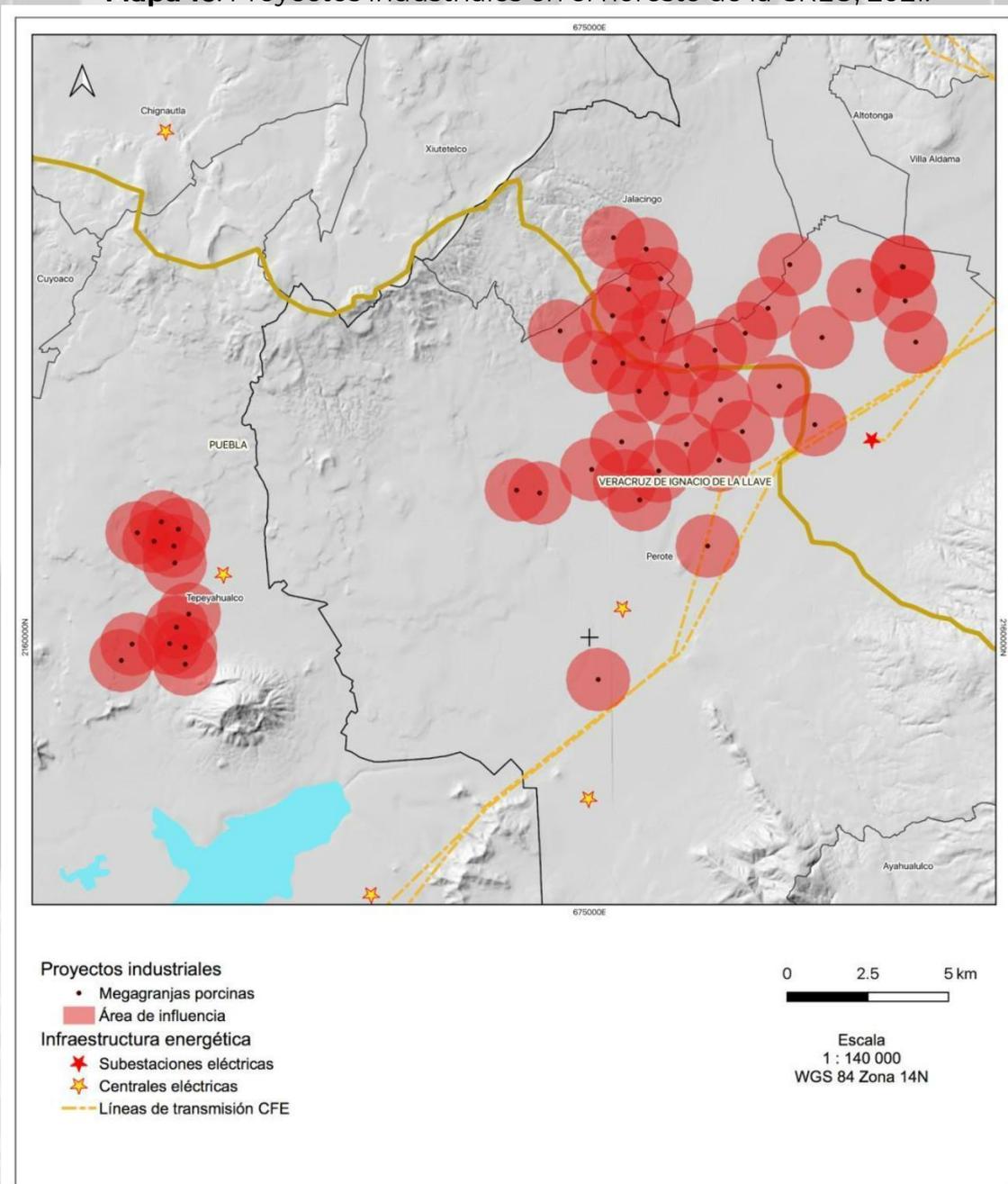


Fuente: elaboración propia con información de Geocomunes, 2021.

²⁰ Precisamente, por estar catalogada como una industria estratégica y de seguridad nacional, no se pudo obtener información del proyecto La Célula, mucho menos su Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

Como se observa en el Mapa 16, en el caso de la zona noreste de la CRLO, existe un importante corredor industrial en el que se concentra un amplio conjunto de megagranjas porcinas propiedad de Granjas Carroll, subsidiaria de la estadounidense Smithfield. Como se mencionó antes, esta zona constituye el corazón de la industria porcícola en toda la CRLO.

Mapa 16. Proyectos industriales en el noreste de la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia con información de Geocomunes, 2021.

En suma, la operación de la gran industria automotriz, porcina, química, siderúrgica y militar en la CRLO acapara, escasea y contamina el agua de manera progresiva. Se trata de una explotación hídrica poco visible. De continuar la tendencia al abatimiento del ALO, es posible que la crisis hídrica de la CRLO se agudice en los próximos años. Esto representa un problema mayúsculo para gran parte de la economía popular de la región, la cual depende directamente del agua.

Y es que si bien, las principales actividades económicas en los municipios de la CRLO son los sectores secundario y terciario, la economía regional popular descansa en la

producción agropecuaria. Considere que hace algunos años la zona era considerada como el “granero del estado”, a causa de la importancia de la producción de ciertos granos básicos. No obstante lo anterior, se debe considerar que hasta hace unos años el sector primario era el mayor consumidor de agua con el 85% del volumen concesionado.

A la fecha, es fundamental la realización de un estudio detallado sobre el aprovechamiento del agua subterránea en la CRLO. Lo anterior podría arrojar bastantes pistas para identificar volúmenes, concesionarios, número de pozos, actividad productiva, etcétera.

3.4 Cañones antigranizo

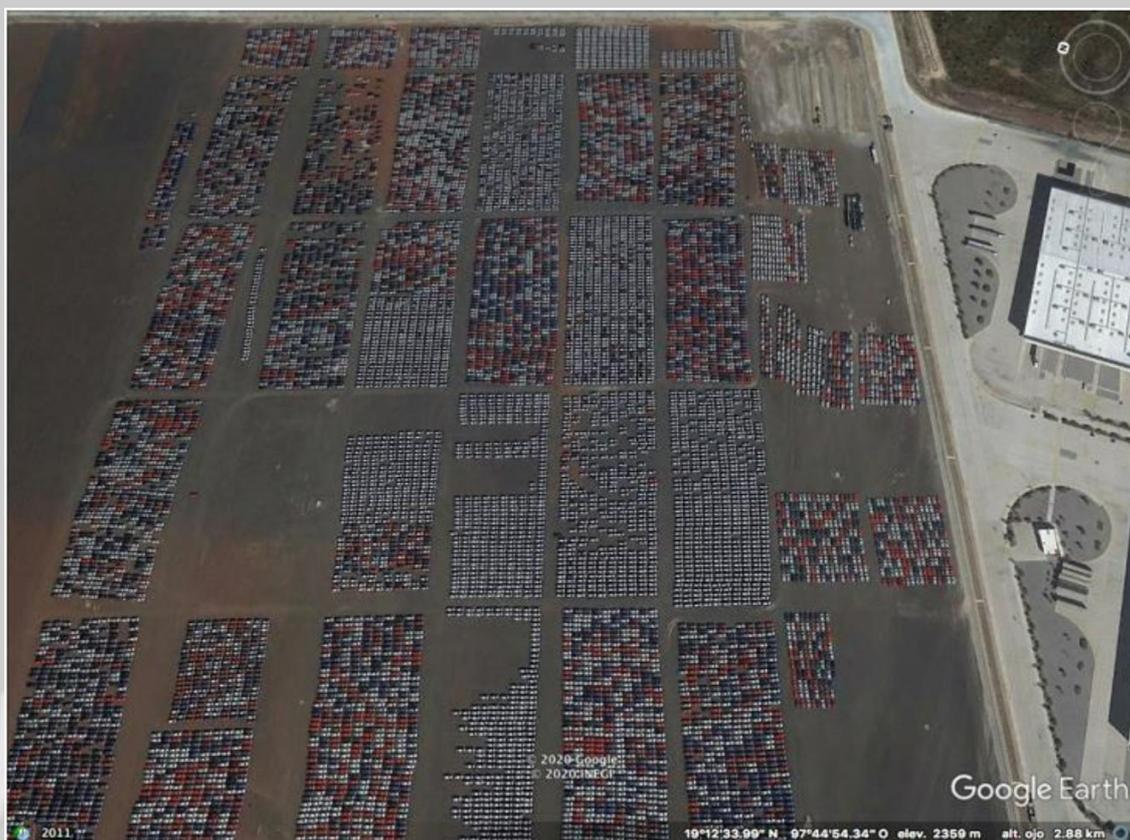
Además de la explotación y la contaminación del agua superficial y subterránea en la CRLO, en diversos municipios de esta última se utilizan cañones antigranizo de manera indiscriminada y progresiva, los cuales representan un peligroso viraje hacia la apropiación del agua atmosférica, algo impensable hace tan sólo unos años.²¹

En los últimos años se ha intensificado y extendido el uso de cañones antigranizo en la CRLO por parte de empresas automotrices, agrícolas y agroempresarios de la zona. El uso de estos dispositivos tiene como finalidad inhibir la precipitación de granizo y proteger diversas mercancías como automóviles o cultivos agrícolas. No obstante, los cañones antigranizo ocasionan múltiples afectaciones sociales, económicas y ambientales en las zonas donde se utilizan, principalmente para las franjas sociales más desfavorecidas, como las familias que dependen de la agricultura temporal.

En la Figura 1 se puede apreciar la vista aérea del almacenamiento de automóviles de Audi. Estos últimos, al estar al aire libre, son susceptibles de ser dañados por el granizo en tanto fenómeno meteorológico asociado a la temporada de lluvias. Más en el escenario actual, en el cual, a causa del mal llamado cambio climático, se registran con mayor frecuencia eventos de lluvia sólida con bolas de granizo de varios centímetros de diámetro. A causa de lo anterior, Audi emplea cañones antigranizo, precisamente para proteger sus automóviles.

²¹ Los cañones antigranizo tienen la forma de un embudo invertido de aproximadamente 6 m. Mediante una estación meteorológica digital pueden bombardear automáticamente las nubes con disparos verticales con una frecuencia de 4 o 6 segundos entre disparo con el propósito de que en 1 minuto el calor ascienda a 15 mil metros de altura y al llegar a la nube provoque el choque entre aire frío y caliente, y cambie así la polaridad del sistema. Los disparos bombardean la atmósfera (nubes *cumulus nimbus*) a varios kilómetros de altura (hasta 15 mil metros donde existen temperaturas de -50 °C y se produce el granizo) con ondas de choque de aire caliente (comúnmente gas lp o gas acetileno) que viajan a la velocidad del sonido, a más de 1,200 km por hora y que tienen una fuerza de aproximadamente 332 kg/cm². La herramienta genera la presión suficiente para empujar aire caliente a través de una onda de choque provocada por la reacción de tres elementos (oxígeno, nitrógeno y acetileno o lp), que viajan a la velocidad del sonido, a más de 1,200 km/h y con una fuerza de 332 kg/cm². La onda de choque genera el efecto de cavitación, el cual abre un túnel (de viento) por la fricción entre onda y onda. Los disparos se realizan aproximadamente media hora antes de la tormenta con el objetivo de modificar las condiciones de la precipitación, desestabilizar la cristalización del agua y transformar el granizo en líquido. En el peor de los casos, la evaporación impide la precipitación.

Figura 1. Vista satelital del almacenamiento al aire libre de automóviles Audi, 2021.



Fuente: imagen recuperada de Google Earth.

Para entender el motivo del uso indiscriminado y progresivo de los cañones antigranizo en la CRLO es necesario considerar que, tal como lo muestra la Tabla 15, entre los múltiples riesgos hidrometeorológicos que se experimentan en la cuenca, las nevadas, las heladas y las granizadas son los más relevantes. De hecho, como se observa, no existe ningún municipio perteneciente a la CLRO que no haya registrado alguna declaratoria de nevada, helada o granizada entre 2000 y 2020. Por lo tanto, es evidente que dichos fenómenos hidrometeorológicos son los más frecuentes en la CRLO, seguidos de los ciclones tropicales, las lluvias y las bajas temperaturas.

A manera de ejemplo, en las Fotografías 3 y 4 se pueden apreciar dos de los fenómenos y riesgos hidrometeorológicos más comunes en la CRLO: las heladas y las granizadas. Estas últimas afectan directamente a miles de campesinos de la región. De hecho, la protección de sus cultivos respecto al granizo representa la justificación de aquellos agroempresarios que emplean cañones antigranizo en la zona.

En la Fotografía 3 se puede observar la severa afectación de una helada atípica ocurrida el 13 de mayo de 2022, en la zona conocida como Navarro, en el Valle de San Andrés, en la jurisdicción de San Salvador el Seco. De manera particular, la Fotografía muestra el impacto de dicha helada en el desarrollo del cultivo de maíz de temporal.

Fotografía 3. Helada atípica en San Salvador el Seco, mayo de 2022.



Fuente: elaboración propia.

En la Fotografía 4 se aprecia el impacto en parcelas agrícolas de un evento de granizo en Chalchicomula de Sesma, ocurrido el 25 de julio de 2021, el cual afectó grandes extensiones de cultivos de temporal.

Fotografía 4. Granizada en Chalchicomula de Sesma, julio de 2021.



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 15 y el Mapa 17, Perote es el municipio con mayor número de declaratorias hidrometeorológicas en general en la CRLO con 31 entre el año 2000 y 2020. Le siguen Ayahualulco con 18, Alzayanca con 17 y Chalchicomula de Sesma con 12. Por su parte, los municipios de la CRLO con menor número de declaratorias fueron Rafael Lara Grajales (1), San José Chiapa (1), Nopalucan (2) y Soltepec (2).

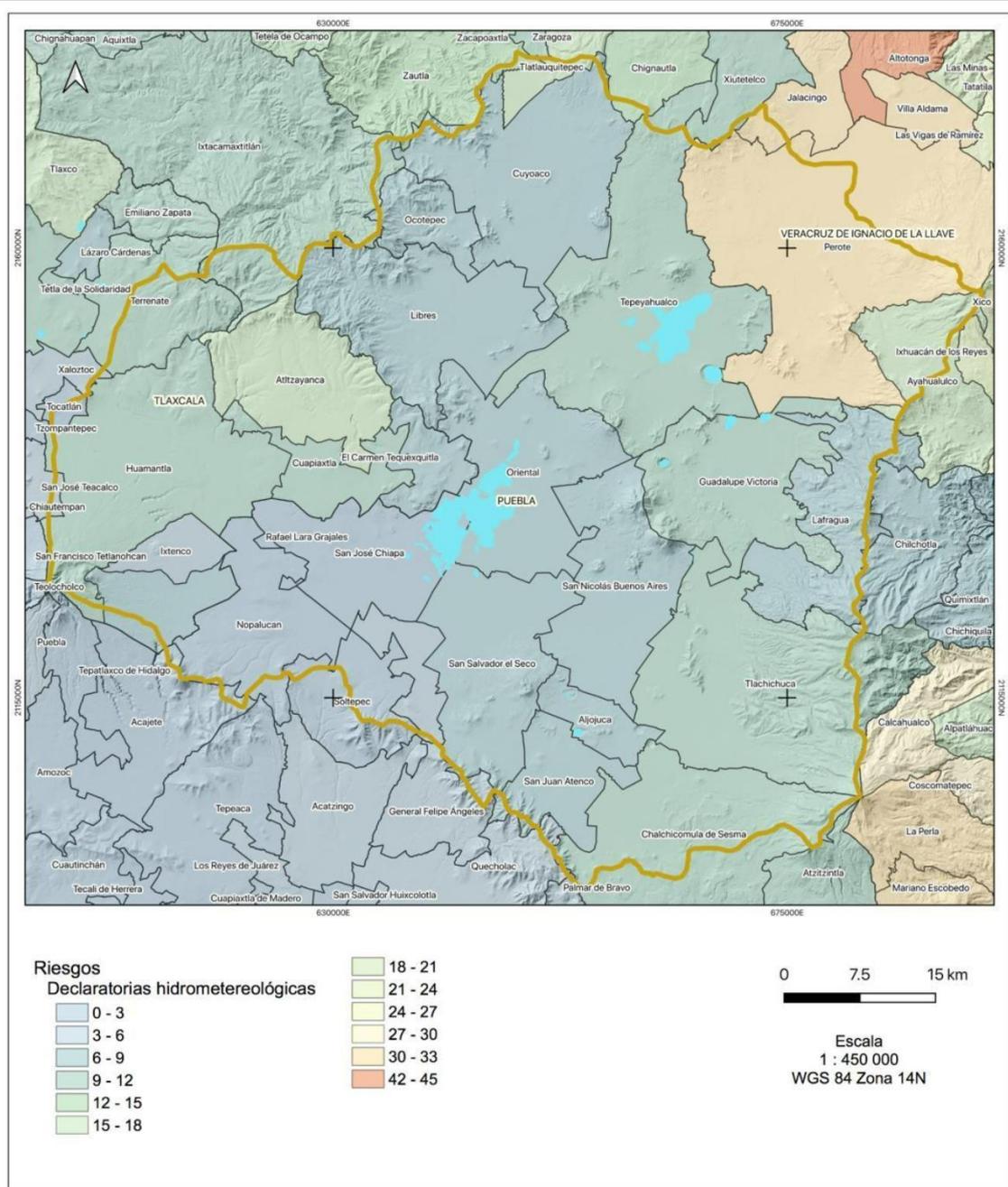
Tabla 15. Declaratorias hidrometeorológicas en la CRLO, 2000-2020.

Municipio	Ciclones tropicales	Lluvias	Baja temperatura	Fuertes vientos	Nevada, helada o granizada	Total
Chalchicomula de Sesma	4	2	1	0	5	12
San Juan Atenco	2	1	1	0	3	7
Aljojuca	2	1	1	0	3	7
San Salvador el Seco	2	1	10	0	3	7
Mazapiltepec de	1	0	0	0	4	5

Juárez						
Soltepec	0	1	0	0	1	2
San José Chiapa	0	0	0	0	1	1
Rafaél Lara Grajales	0	0	0	0	1	1
Oriental	2	3	0	0	3	8
Libres	3	2	0	0	4	9
Cuyoaco	5	2	0	0	2	9
Ocotepec	3	1	1	0	2	7
Tepeyahualco	3	3	1	0	3	10
Tlachichuc a	4	2	1	0	3	10
San Nicolás Buenos Aires	2	2	1	0	2	8
Guadalupe Victoria	2	3	2	0	3	10
Lafragua	2	3	1	0	3	9
Nopalucan	0	1	0	0	1	2
Huamantla	1	2	0	0	7	10
Ixtenco	0	2	0	0	4	6
Zitlaltépec	0	2	1	0	5	8
El Carmen Tequexquit la	1	3	0	0	5	9
Altzayanca	1	3	1	0	12	17
Cuapiaxtla	0	4	1	0	5	10
Tocatlán	0	0	1	0	2	3
Perote	9	3	4	3	12	31
Ayahualulc o	4	6	3	1	4	18

Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

Mapa 17. Declaratorias hidrometeorológicas en la CRLO, 2000-2020.



Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

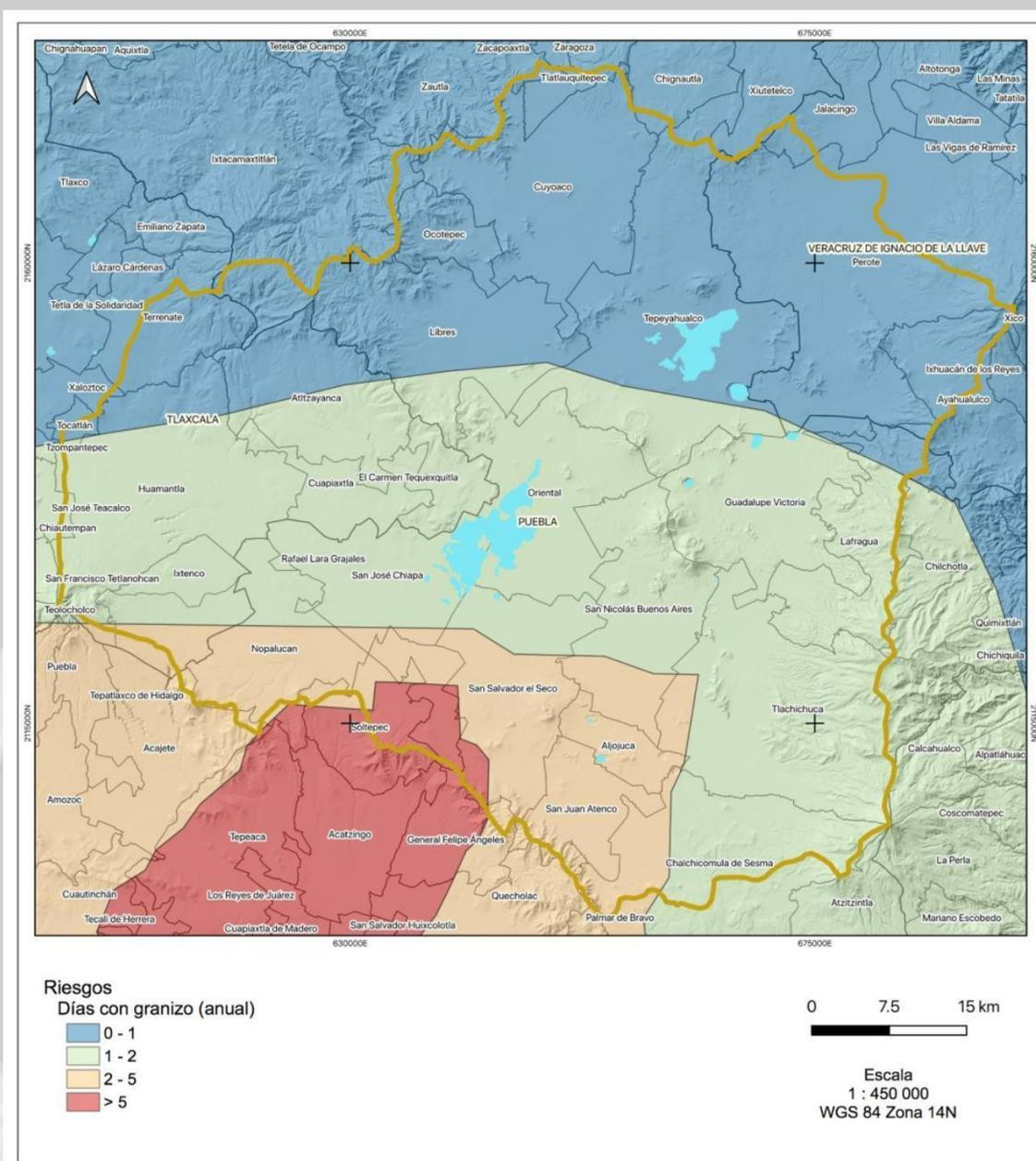
Respecto a los días con eventos específicamente de granizo, en la Tabla 16 y el Mapa 18 se puede observar, a grandes rasgos, que los municipios en los que se experimenta una mayor cantidad de días con granizo se encuentran en el centro y el sur de la CRLO, precisamente en una de las zonas donde se detonan cañones antigranizo.

Tabla 16. Días con presencia de granizo por año en los municipios de la CRLO.

Municipio	Estado	Días con granizo
Chalchicomula de Sesma	Puebla	1-2
San Juan Atenco	Puebla	2-5
Aljojuca	Puebla	2-5
San Salvador el Seco	Puebla	2-5
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	> 5
Soltepec	Puebla	> 5
San José Chiapa	Puebla	1-2
Rafaél Lara Grajales	Puebla	1-2
Oriental	Puebla	1-2
Libres	Puebla	0-1
Cuyoaco	Puebla	0-1
Ocoatepec	Puebla	0-1
Tepeyahualco	Puebla	0-1
Tlachichuca	Puebla	1-2
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	1-2
Guadalupe Victoria	Puebla	1-2
Lafragua	Puebla	1-2
Nopalucan	Puebla	2-5
Huamantla	Tlaxcala	1-2
Ixtenco	Tlaxcala	1-2
Zitlaltépec	Tlaxcala	2-5
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	1-2
Alzayanca	Tlaxcala	1-2
Cuapiaxtla	Tlaxcala	1-2
Tocatlán	Tlaxcala	0-1
Perote	Veracruz	0-1
Ayahualulco	Veracruz	0-1

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Mapa 18. Días con presencia de granizo por año en los municipios de la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Otra variable ambiental que hay que considerar para comprender de manera adecuada la vigencia de los cañones antigranizo en la CRLO es el grado de riesgo de granizo en cada municipio. Como se aprecia en la Tabla 17 y el Mapa 19, los municipios pertenecientes a la CRLO con mayor grado de riesgo de granizo (muy alto) son San Salvador el Seco, Soltepec y Nopalucan; todos ellos situados en la porción sur de la cuenca.

Con un grado de riesgo alto respecto al granizo están Aljojuca y Mazapiltepec de Juárez, municipios que también se localizan en la parte sur de la CRLO. Como se observa en el Mapa 19, los municipios situados al norte de la cuenca son los que presentan los menores grados de riesgo por eventos de precipitación sólida (granizo).

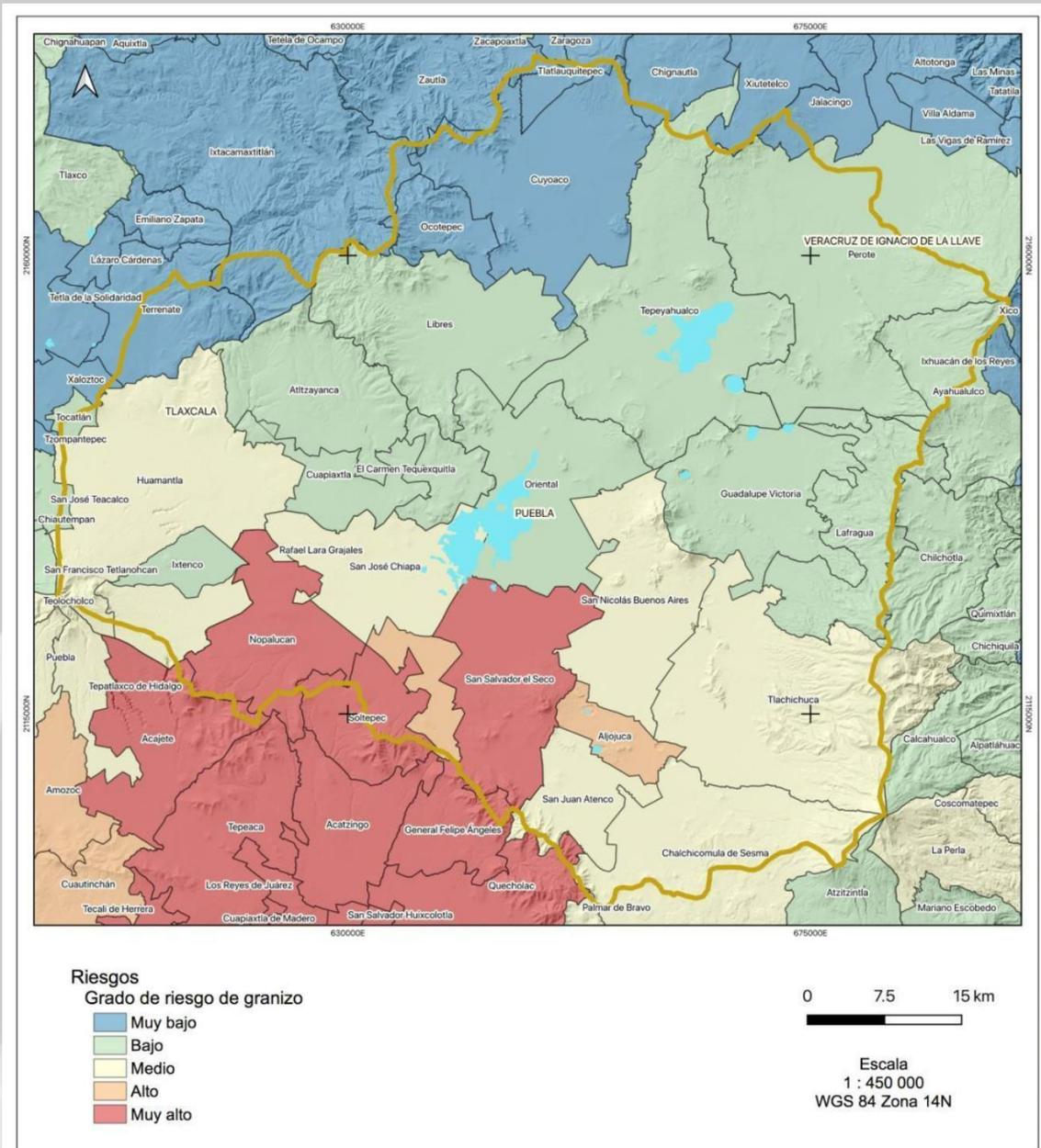
Es importante precisar que los datos anteriores coinciden con aquellos de la Tabla 16 y el Mapa 18.

Tabla 17. Grado de riesgo de granizo por municipio en la CRLO.

Municipio	Estado	Grado de riesgo
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Medio
San Juan Atenco	Puebla	Medio
Aljojuca	Puebla	Alto
San Salvador el Seco	Puebla	Muy alto
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Alto
Soltepec	Puebla	Muy alto
San José Chiapa	Puebla	Medio
Rafael Lara Grajales	Puebla	Medio
Oriental	Puebla	Bajo
Libres	Puebla	Bajo
Cuyoaco	Puebla	Muy bajo
Ocoatepec	Puebla	Muy bajo
Tepeyahualco	Puebla	Bajo
Tlachichuca	Puebla	Medio
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Medio
Guadalupe Victoria	Puebla	Bajo
Lafragua	Puebla	Bajo
Nopalucan	Puebla	Muy alto
Huamantla	Tlaxcala	Medio
Ixtenco	Tlaxcala	Bajo
Zitlaltépec	Tlaxcala	Medio
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Bajo
Alzayanca	Tlaxcala	Bajo
Cuapiaxtla	Tlaxcala	Bajo
Tocatlán	Tlaxcala	Bajo
Perote	Veracruz	Bajo
Ayahualulco	Veracruz	Bajo

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Mapa 19. Grado de riesgo de granizo por municipio en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Respecto al grado de peligro por tormenta de granizo, la Tabla 18 y el Mapa 20 muestran que los municipios con un grado muy alto de peligro son San Salvador el Seco, Mazapiltepec de Juárez, Soltepec y Nopalucan. Por su parte, los municipios con un grado alto de peligro son Chalchicomula de Sesma, San Juan Atenco, Aljojuca, San José Chiapa, Tlachichuca, San Nicolás Buenos Aires, Huamantla y Zitlaltépec de Trinidad Sánchez Santos.

Tabla 18. Grado de peligro por tormenta de granizo en la CRLO.

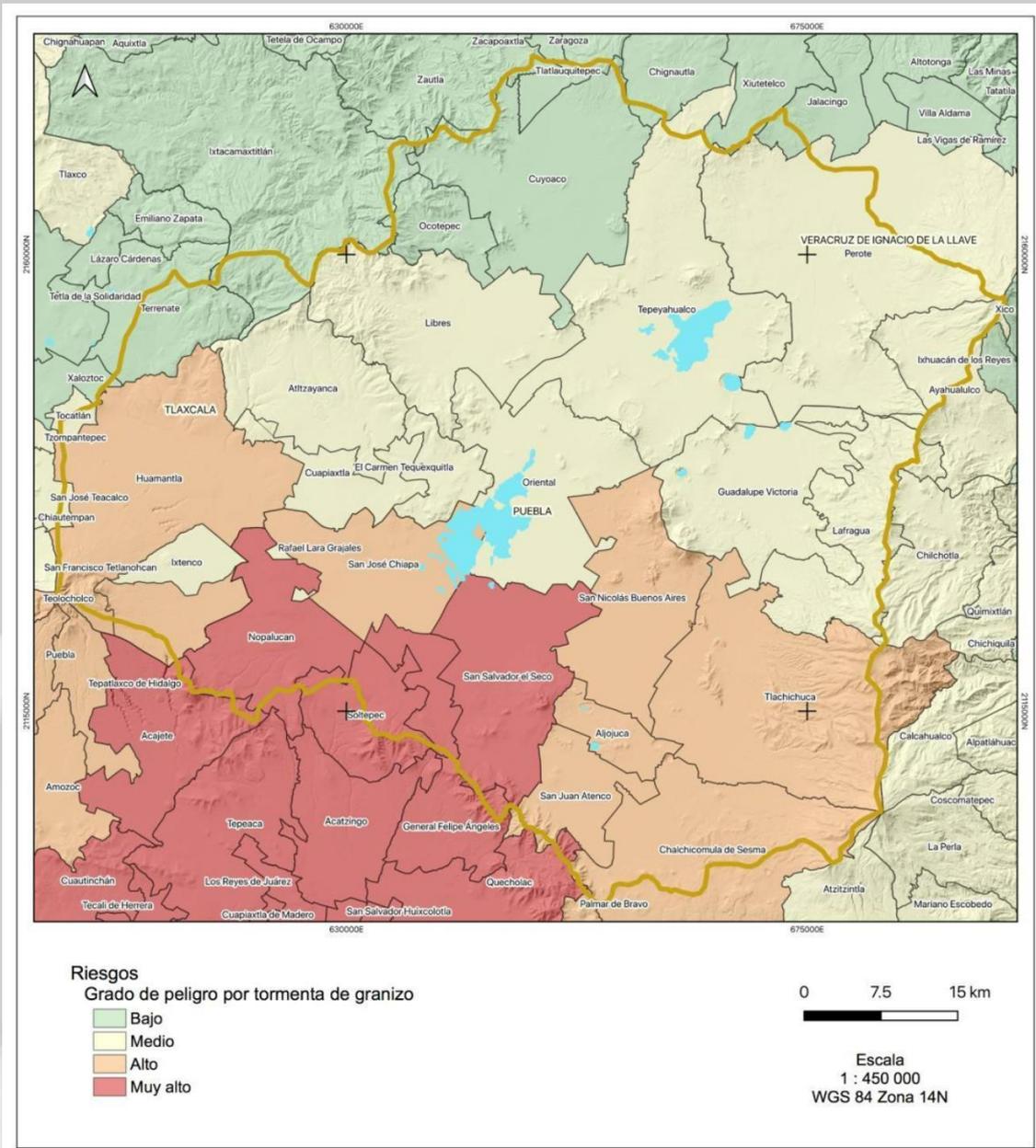
Municipio	Estado	Grado de peligro
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Alto
San Juan Atenco	Puebla	Alto

Aljojuca	Puebla	Alto
San Salvador el Seco	Puebla	Muy Alto
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Muy alto
Soltepec	Puebla	Muy alto
San José Chiapa	Puebla	Alto
Rafael Lara Grajales	Puebla	Medio
Oriental	Puebla	Medio
Libres	Puebla	Medio
Cuyoaco	Puebla	Muy bajo
Ocotepec	Puebla	Muy bajo
Tepeyahualco	Puebla	Medio
Tlachichuca	Puebla	Alto
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Alto
Guadalupe Victoria	Puebla	Medio
Lafragua	Puebla	Medio
Nopalucan	Puebla	Muy alto
Huamantla	Tlaxcala	Alto
Ixtenco	Tlaxcala	Medio
Zitlaltépec	Tlaxcala	Alto
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Medio
Alzayanca	Tlaxcala	Medio
Cuapixtla	Tlaxcala	Medio
Tocatlán	Tlaxcala	Medio
Perote	Veracruz	Medio
Ayahualulco	Veracruz	Medio

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

A partir de la información presentada en las Tablas y los Mapas anteriores, queda de manifiesto que la franja centro-sur de la CRLO presenta los mayores grados de peligro ante un evento de granizo. De hecho, como se verá más adelante, justo en la franja sur de la CRLO es donde opera la industria automotriz y varios agroempresarios que utilizan cañones antigranizo. Por su parte, la franja norte presenta los menores grados de peligro ante un evento de granizada, llegando a un grado muy bajo en el caso de Ocotepec y Cuyoaco, en la entrada de la Sierra Norte de Puebla.

Mapa 20. Grado de peligro por tormenta de granizo en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Una variable ambiental a considerar para comprender el impacto de los cañones antigranizo en la CRLO es la sequía. Lo anterior ya que inhiben la lluvia en zonas particulares, potenciando así los efectos de la sequía. En la Tabla 19 se puede apreciar que, respecto al grado de peligro por sequía, Aljojuca, San Juan Atenco y San Salvador el Seco son los municipios relativamente con menor grado de peligro en la CRLO porque presentan un grado severo, mientras el resto de los municipios presentan un grado muy severo.²² Los datos anteriores nos permiten apreciar que los municipios de la CRLO que presentan un menor peligro ante una sequía también se encuentran ubicados en el límite sur de la cuenca.

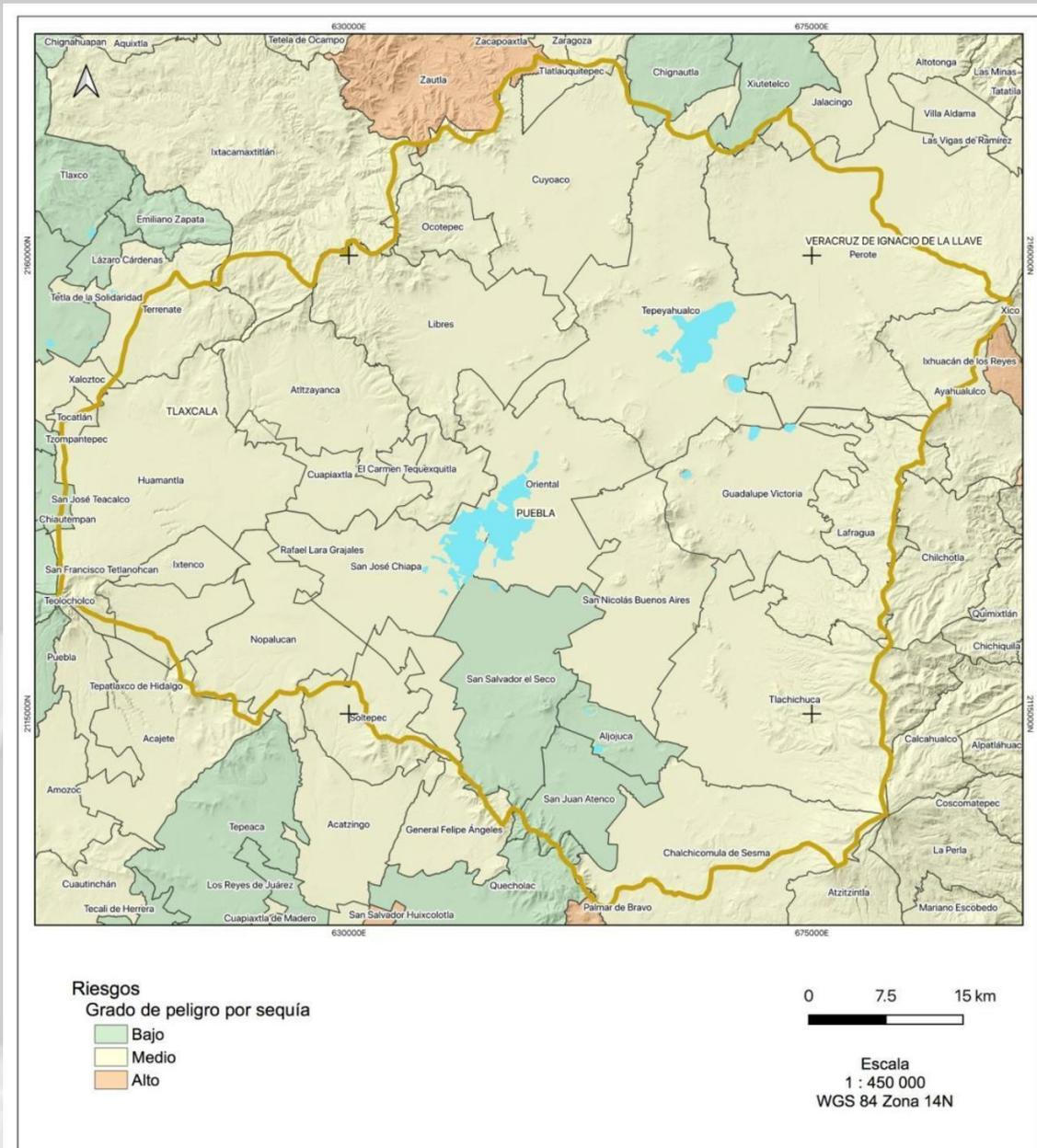
²² El orden de dicha clasificación del peligro se organiza de la siguiente forma: moderada, severa, extraordinaria, muy severa, vasta, extremadamente severa, muy vasta, crítica, extremadamente vasta y muy crítica.

Tabla 19. Grado de peligro por sequía por municipio en la CRLO, 2012.

Municipio	Estado	Grado de peligro
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Muy severa
San Juan Atenco	Puebla	Severa
Aljojuca	Puebla	Severa
San Salvador el Seco	Puebla	Severa
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Muy severa
Soltepec	Puebla	Muy severa
San José Chiapa	Puebla	Muy severa
Rafael Lara Grajales	Puebla	Muy severa
Oriental	Puebla	Muy severa
Libres	Puebla	Muy severa
Cuyoaco	Puebla	Muy severa
Ocoatepec	Puebla	Muy severa
Tepeyahualco	Puebla	Muy severa
Tlachichuca	Puebla	Muy severa
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Muy severa
Guadalupe Victoria	Puebla	Muy severa
Lafragua	Puebla	Muy severa
Nopalucan	Puebla	Muy severa
Huamantla	Tlaxcala	Muy severa
Ixtenco	Tlaxcala	Muy severa
Zitlaltépec	Tlaxcala	Muy severa
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Muy severa
Alzayanca	Tlaxcala	Muy severa
Cuapixtla	Tlaxcala	Muy severa
Tocatlán	Tlaxcala	Muy severa
Perote	Veracruz	Muy severa
Ayahualulco	Veracruz	Muy severa

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Mapa 21. Grado de peligro por sequía por municipio en la CRLO, 2012.²³



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Respecto al grado de riesgo ante sequías, la Tabla 20 y el Mapa 22 muestran que los municipios con menor riesgo son San Juan Atenco, Alzayanca y San Salvador el Seco (muy bajo). Ayahualulco y Rafaél Lara Grajales presentan un grado de riesgo medio, mientras los municipios restantes presentan un grado de riesgo bajo.

Tabla 20. Grado de riesgo por sequías por municipio en la CRLO, 2012.

Municipio	Estado	Grado de riesgo
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Bajo
San Juan Atenco	Puebla	Muy bajo

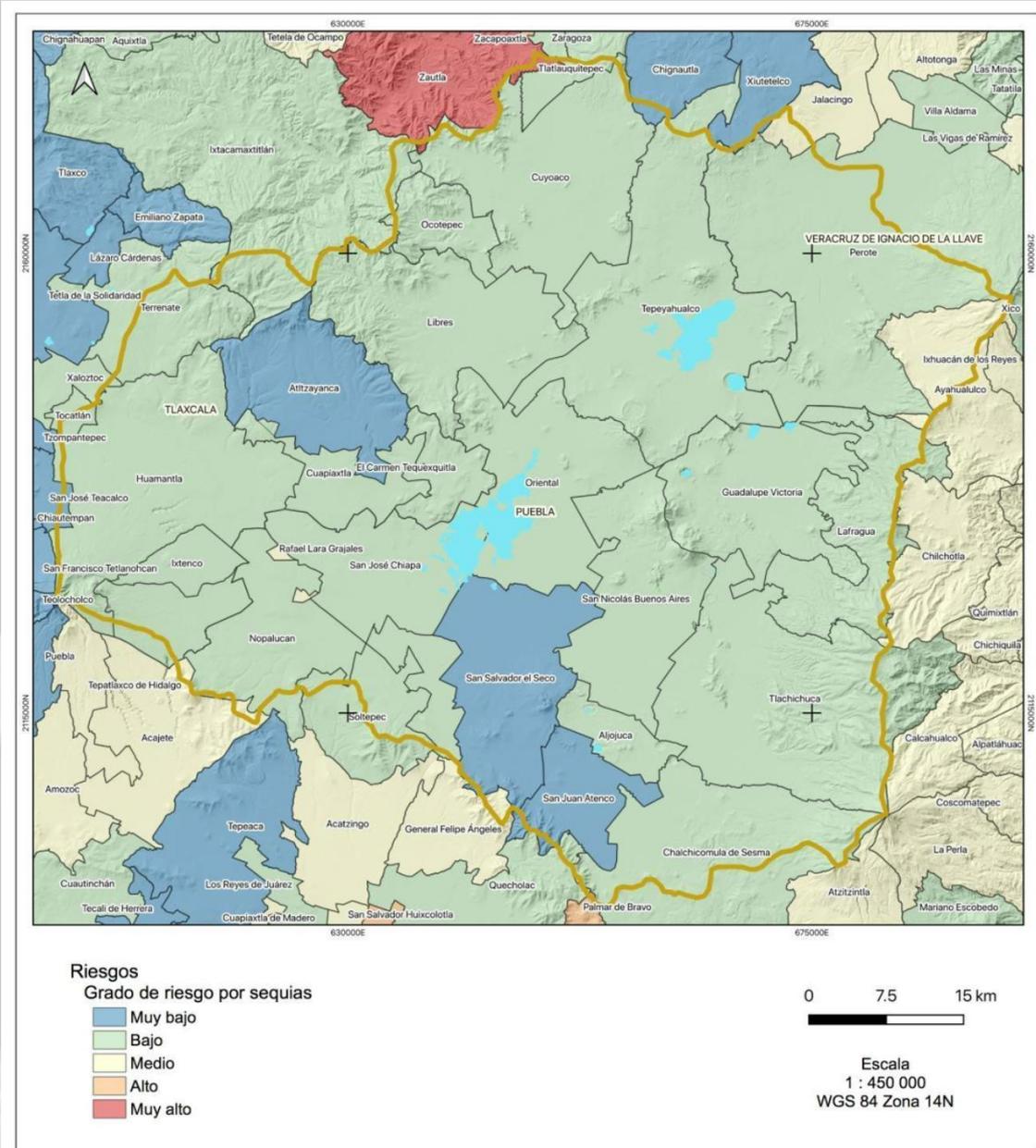
²

³ Para la elaboración de este mapa se consideró el déficit de lluvia y la duración de la misma.

Aljojuca	Puebla	Bajo
San Salvador el Seco	Puebla	Muy bajo
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Bajo
Soltepec	Puebla	Bajo
San José Chiapa	Puebla	Bajo
Rafael Lara Grajales	Puebla	Medio
Oriental	Puebla	Bajo
Libres	Puebla	Bajo
Cuyoaco	Puebla	Bajo
Ocotepec	Puebla	Bajo
Tepeyahualco	Puebla	Bajo
Tlachichuca	Puebla	Bajo
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Bajo
Guadalupe Victoria	Puebla	Bajo
Lafragua	Puebla	Bajo
Nopalucan	Puebla	Bajo
Huamantla	Tlaxcala	Bajo
Ixtenco	Tlaxcala	Bajo
Zitlaltépec	Tlaxcala	Bajo
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Bajo
Alzayanca	Tlaxcala	Muy bajo
Cuapixtla	Tlaxcala	Bajo
Tocatlán	Tlaxcala	Bajo
Perote	Veracruz	Bajo
Ayahualulco	Veracruz	Medio

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Mapa 22. Grado de riesgo por sequías por municipio en la CRLO, 2012.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

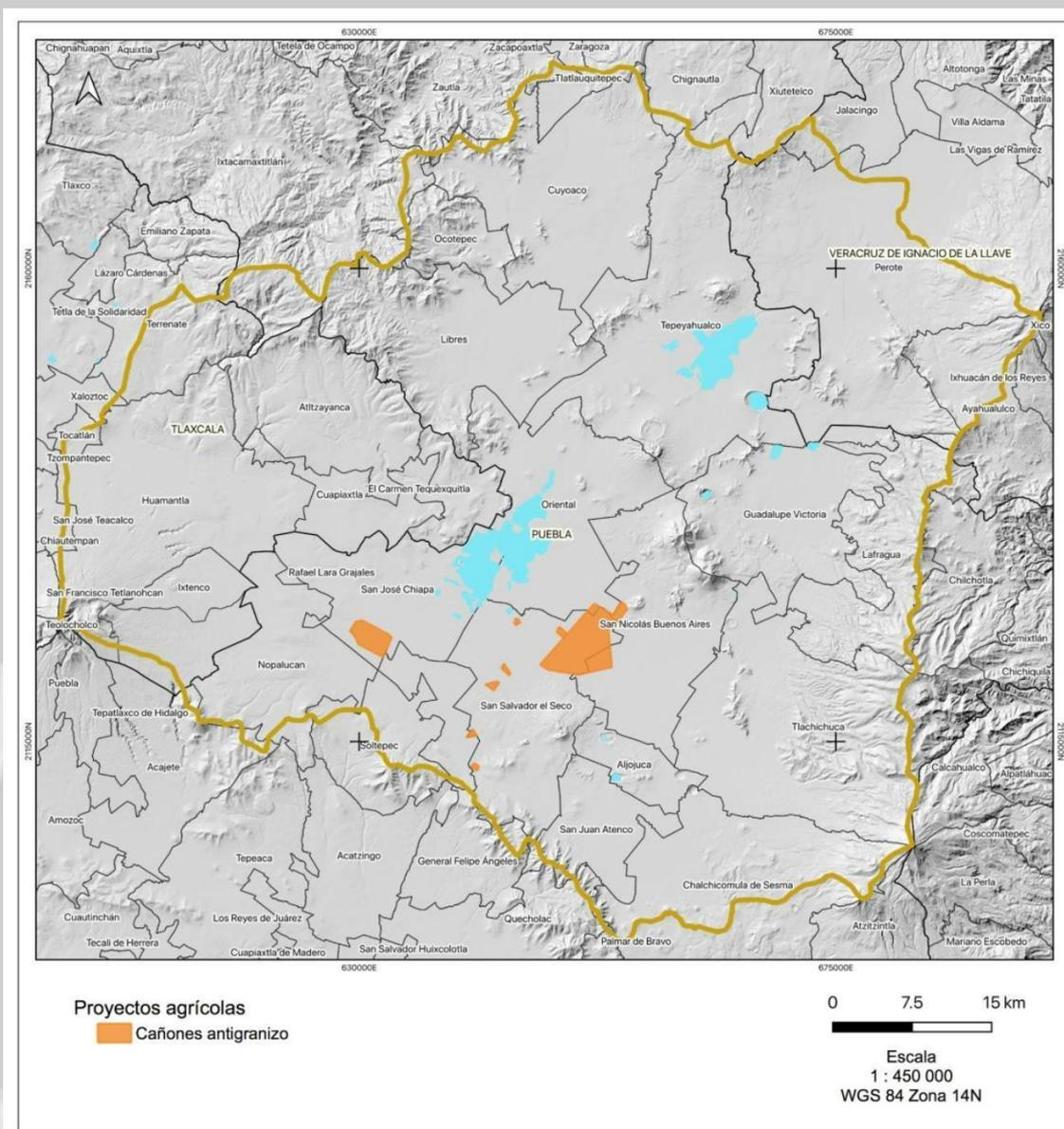
Hasta ahora, el uso indiscriminado de cañones antigranizo se ha registrado en la franja centro-sur de la CRLO, específicamente San Salvador el Seco, San José Chiapa, San Nicolás Buenos Aires, Libres y Tepeyahualco.²⁴ Algunas de las zonas donde se utilizan cañones antigranizo se muestran en el Mapa 23. El uso de cañones en dichas zonas está documentado y georreferenciado.

Es importante agregar que ante la persistencia en el uso de cañones antigranizo en los polígonos que se aprecian en el Mapa 23, el 25 de junio de 2021 el Colectivo Ambiental Diente de León presentó una denuncia ante la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla (SMADSOT).

2

⁴ En México, los cañones antigranizo se comercializan desde hace algunos años. El uso de dichos cañones se ha registrado en Coahuila, Colima, Michoacán, San Luis Potosí, Jalisco, Chihuahua, Estado de México y Oaxaca. Su uso tiene como finalidad la protección de viveros, huertas de aguacate, uva, jitomate, verduras, *berries* (mora, arándano, zarzamora) y otros cultivos de invernadero. También se utiliza para proteger mercancías como los automóviles.

Mapa 23. Uso de cañones antigranizo en la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia.

Diversas organizaciones campesinas y ciudadanos han denunciado que Audi y Volkswagen utilizan cañones antigranizo para proteger sus automóviles. Volkswagen ha aceptado que los utiliza. En el caso de Audi, ha negado dicho uso. En el caso del empleo de cañones antigranizo por parte de agroempresarios y terratenientes de la región, está ampliamente documentado.²⁵ Hasta el momento, lo que no está plenamente documentado es el uso de cañones antigranizo por parte de Granjas Carroll y Driscoll's, las cuales se presume que también los emplean.

Los municipios en los que se ha denunciado y registrado el uso de cañones antigranizo son Libres, San Salvador el Seco, Tepeyahualco, San José Chiapa, Cuyoaco y San Nicolás Buenos Aires. Al respecto, véase el Mapa 24.

²⁵ Generalmente, los agroempresarios de la región que utilizan cañones antigranizo también emplean paquetes tecnológicos de agrotóxicos (semillas, plaguicidas, herbicidas, fertilizantes) y hacen un uso intensivo del agua subterránea de la cuenca.

Fotografía 5. Pobladores y organizaciones regionales protestan ante el uso de cañones antigranizo en la región de Libres, Puebla, 2020.



Fuente: Ayala, 2020.

Fotografía 6. Hostigamiento del gobierno estatal frente a protestas sociales en contra de los cañones antigranizo, Libres, Puebla, 2021.



Fuente: Movimiento Atzin No a la Minería, 2021.

A la fecha, de acuerdo con una solicitud hecha a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la cual solicitó a su vez la información a la Delegación de la PROFEPA en Puebla, se han interpuesto 2 denuncias formales por el uso de cañones antigranizo en el Estado de Puebla. La primera denuncia se interpuso en 2018 y la segunda en 2021. Ambas, según la dependencia, tienen un estatus de terminadas.

3.5 Proyectos de apropiación del agua

En la CRLO existen otros proyectos de apropiación del agua más allá de las ensambladoras automotrices, las megagranjas porcinas, las fábricas militares y los parques solares. Además de los proyectos antes mencionados, y de las unidades de riego, las cuales se abordarán en el siguiente apartado, hemos identificado otros 4 proyectos que implican el despojo y la apropiación del agua subterránea y atmosférica de la CRLO: 1) Volcanic Park (parque temático), 2) Living Water International (obra hidráulica), 3) Cuauhtémoc Moctezuma (cervecera) y 4) cañones antigranizo. Véase Tabla 21 y Mapa 25.

Como se observa en la Tabla 21, con la excepción del parque temático Volcanic Park y de los cañones antigranizo detonados por agroempresarios, los demás proyectos de apropiación del agua están directamente vinculados con empresas transnacionales, tales como Audi (Alemania), Smithfield (Estados Unidos) y Heineken (Países Bajos).

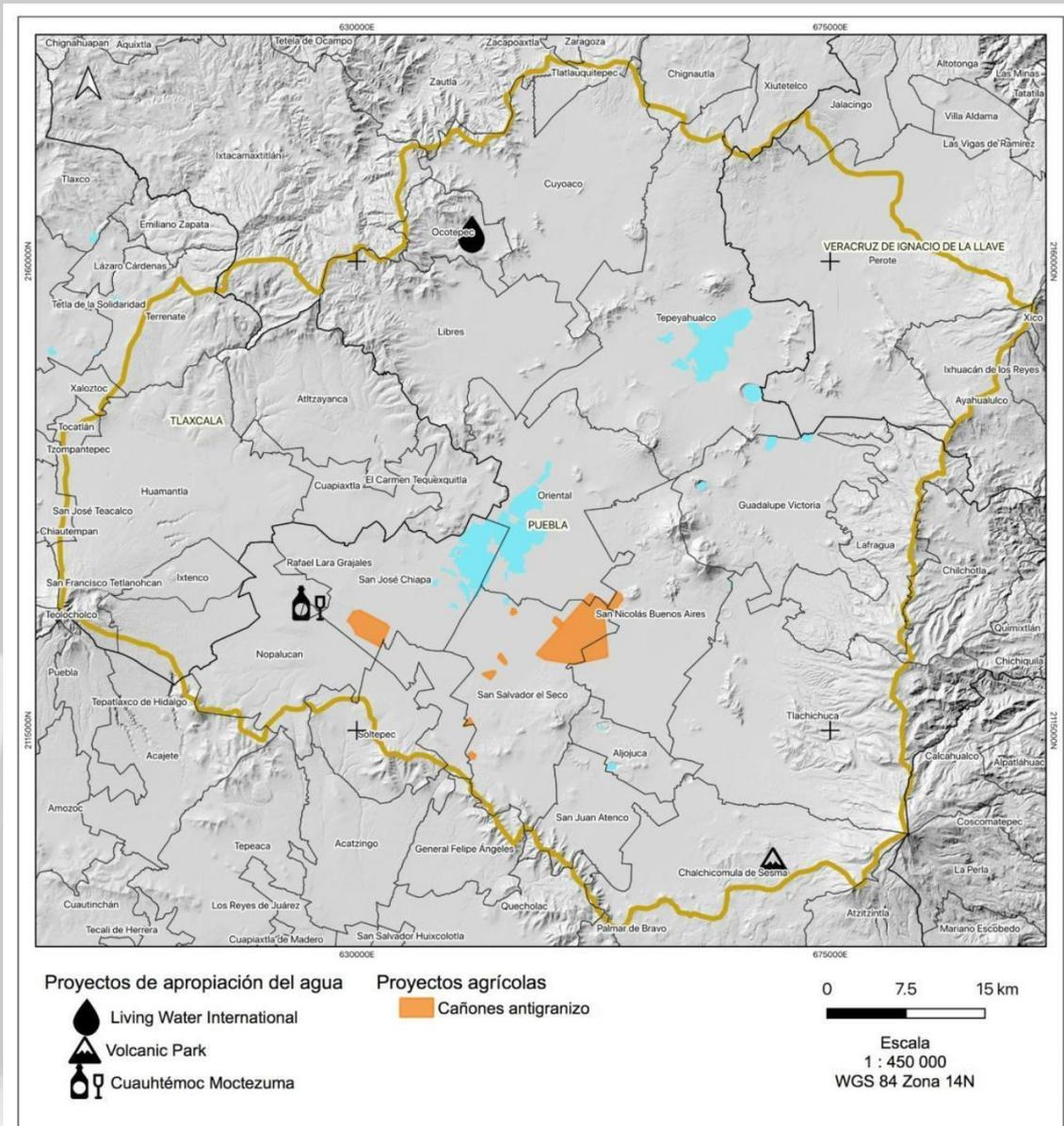
Tabla 21. Proyectos de apropiación del agua en la CRLO, 2021.

Proyecto	Municipio	Empresa	País
Volcanic Park	Chalchicomula de Sesma	Sin dato	México
Living Water International	Cuyoaco	Living Water International	Estados Unidos
Cañones antigranizo	San Salvador el Seco, San Nicolás Buenos Aires, Oriental, Libres, Tepeyahualco, San José Chiapa, Ocotepc y Cuyoaco	Agroempresarios, Granjas Carroll (Smithfield) y Audi	México Estados Unidos y Alemania
Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma	Nopalucan	Grupo Heineken	Países Bajos

Fuente: elaboración propia.

Es importante destacar que en el caso de los cañones antigranizo, su forma de apropiación tiene distintas características ya que está dirigida al despojo y control de la lluvia, del agua en la atmósfera. En el caso de los demás proyectos, incluidas las unidades de riego, están orientados fundamentalmente a la apropiación del agua subterránea. En su conjunto, los proyectos extractivos e industriales impulsan una apropiación integral de todo el ciclo del agua.

Mapa 25. Proyectos de apropiación del agua en la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia.

Con la excepción del proyecto cervecero de Cuauhtémoc Moctezuma, todos los demás proyectos de despojo y apropiación hídrica en la CRLO presentan la resistencia de diversos colectivos, organizaciones y pobladores de la región. La resistencia social es más acentuada en el caso del proyecto de Living Water International y de los cañones antigranizo. En las Fotografías 7 y 8 se pueden apreciar algunas protestas sociales contra proyectos de privatización del agua en la CRLO.

Fotografía 7. Protesta ciudadana en contra de las obras de Living Water y Coca Cola en Ocotepéc, 2016.



Fuente: Damián, Tania y Flores, Víctor, 2016.

Fotografía 8. Protesta ciudadana contra Volcanic Park en Chalchicomula de Sesma, 2019.



Fuente: Info Quórum, 2019.

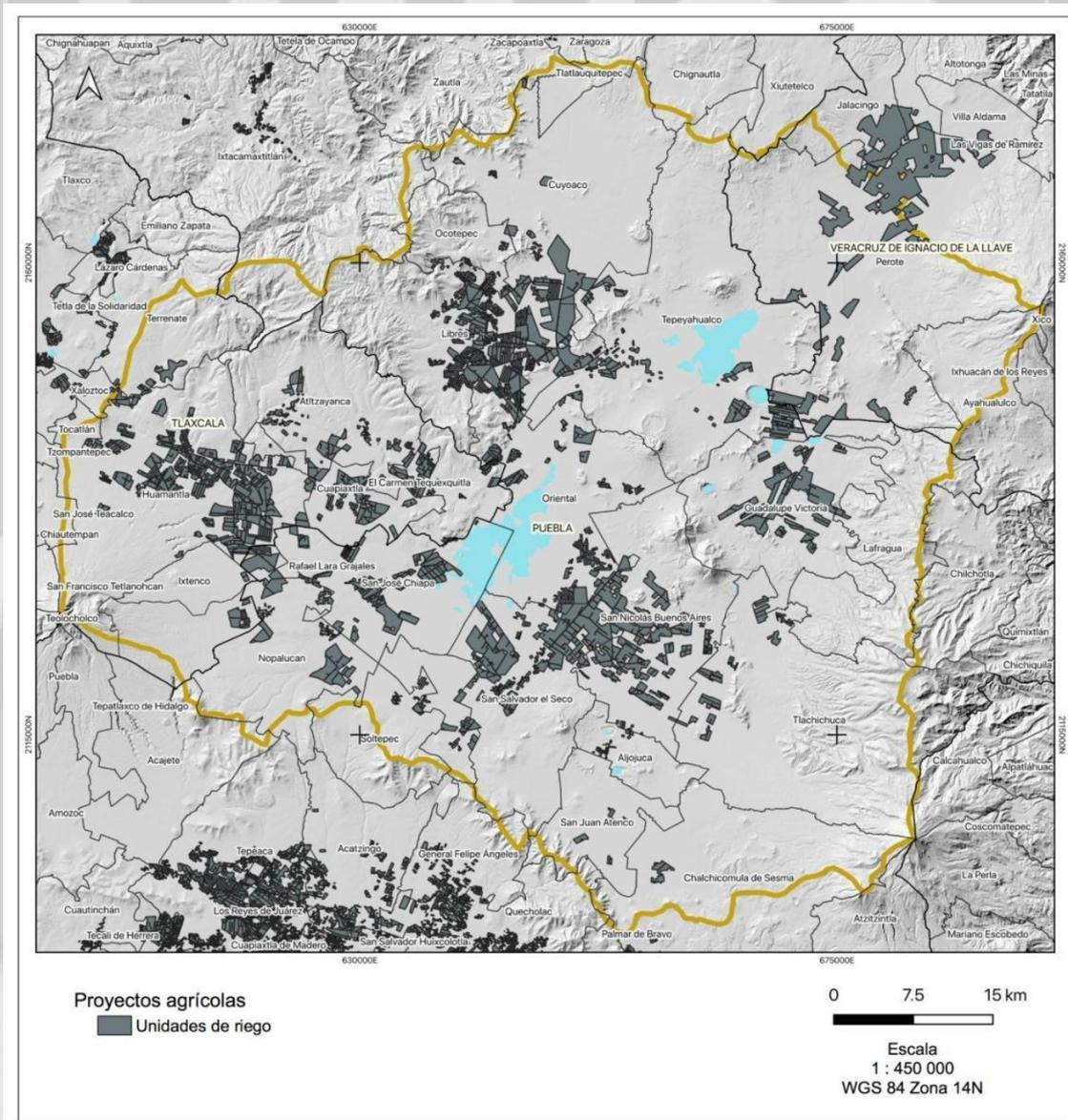
3.6 Otros proyectos de apropiación del agua

Las unidades de riego representan una apropiación de agua subterránea de primer orden en la CRLO, la cual está sumamente normalizada y subvalorada. Lo anterior quizá porque la extracción es subterránea. Como lo muestra el Mapa 26, gran parte de los aprovechamientos de aguas nacionales subterráneas están dirigidos precisamente a las unidades de riego agrícola.

Como se observa en el Mapa 26 y 27, los municipios con más unidades de riego en la CRLO son Libres, Huamantla, San Salvador el Seco, San Nicolás Buenos Aires, Perote, Guadalupe Victoria, San José Chiapa y Cuapiaxtla. Los municipios antes mencionados

tienen una gran relevancia a nivel agrícola, no sólo dentro de la CRLO, sino a nivel estatal. De hecho, durante los últimos años la producción de hortalizas, granos y otros productos agrícolas ha ido al alza.

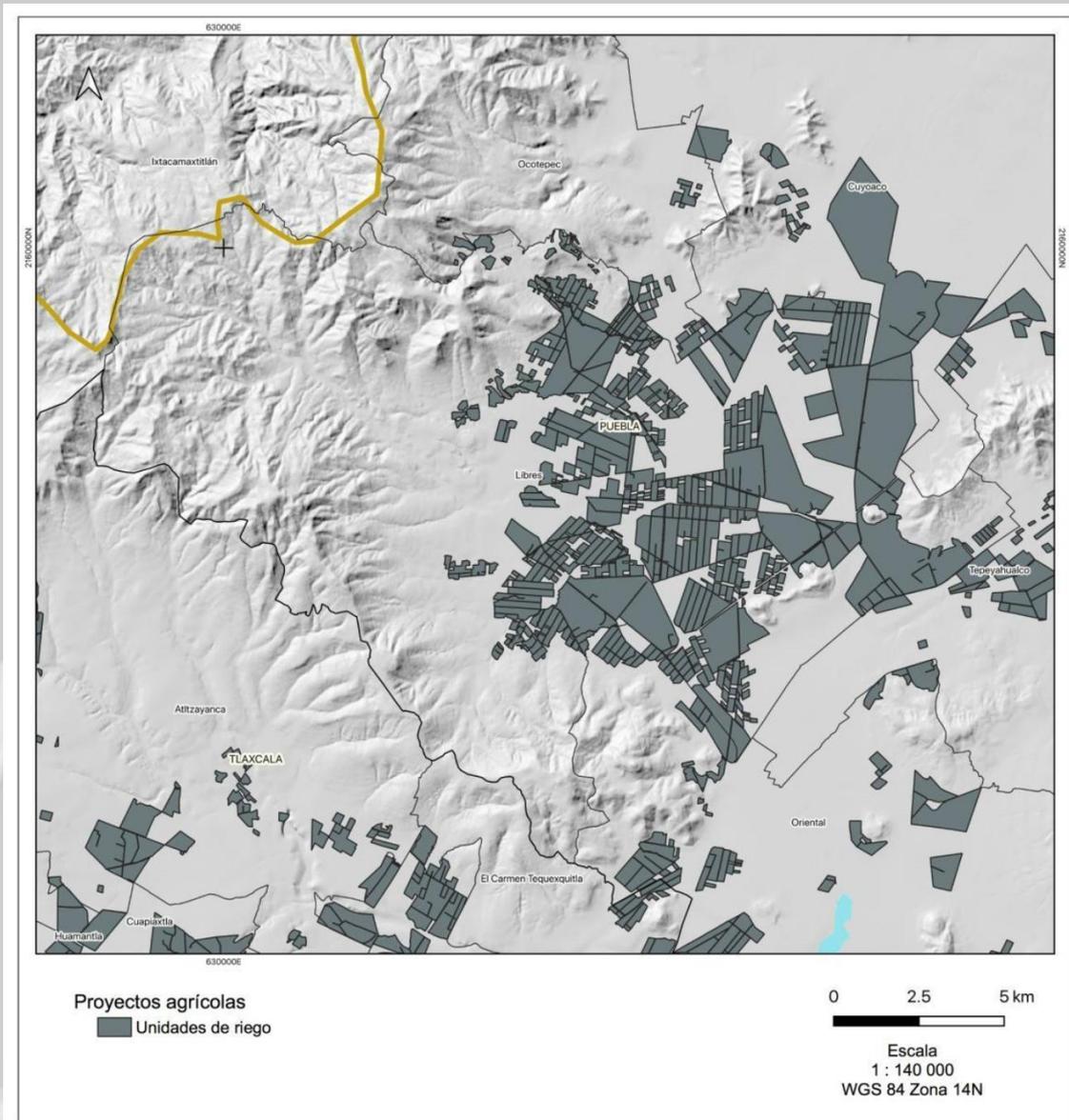
Mapa 26. Unidades de riego en la CRLO, 2018.



Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

En el caso de Libres, las unidades de riego se concentran en la llanura, en áreas de producción agrícola con riego, las cuales, se localizan en el este del municipio, en las colindancias con Oriental, Tepeyahualco y Cuyoaco. Como se aprecia, existe una gran concentración de unidades de riego en Libres, las cuales extraen grandes volúmenes de agua año tras año. Véase Mapa 27.

Mapa 27. Unidades de riego en Libres, 2018.

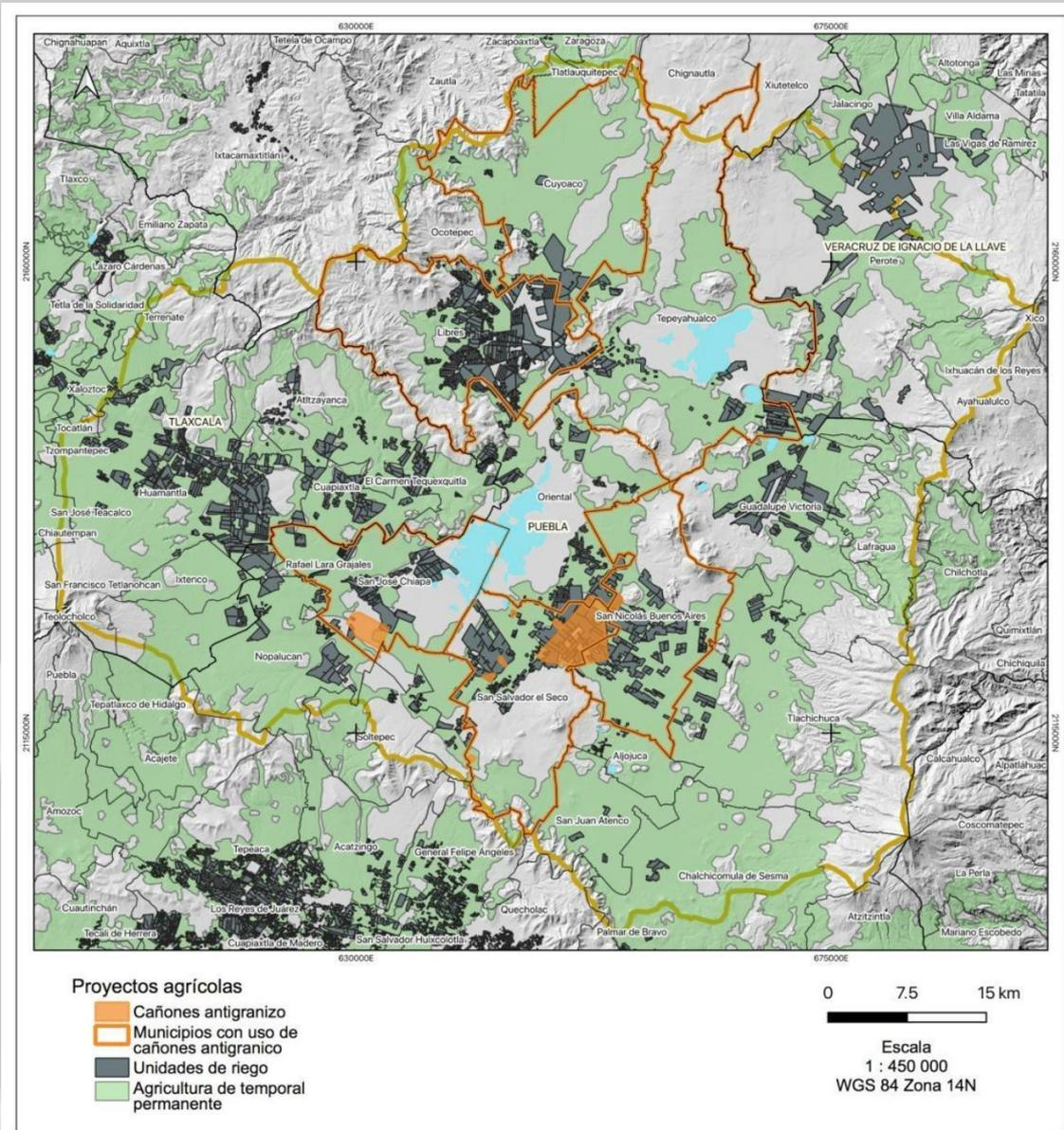


Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

En el Mapa 28 se puede apreciar el traslape territorial de las unidades de riego, las áreas de agricultura de temporal permanente, los cañones antigranizo y los municipios con registro de uso de cañones antigranizo. Como se aprecia, la mayor parte de las unidades de riego se encuentran en 4 grandes zonas: 1) Perote-Guadalupe Victoria, 2) San Salvador el Seco-San Nicolás Buenos Aires, 3) Libres y 4) Huamantla-Cuapiaxtla-San José Chiapa. En el caso de Libres, San Salvador el Seco, San Nicolás Buenos Aires, Tepayahualco y San José Chiapa, la gran cantidad de unidades de riego coinciden con los municipios en los que se utilizan cañones antigranizo.

En el caso específico de la zona entre San Salvador el Seco y San Nicolás Buenos Aires es evidente el vínculo entre unidades de riego y cañones antigranizo, vínculo que no es fortuito ya que precisamente en aquellas parcelas que cuentan con riego es donde se emplean cañones antigranizo. Curiosamente, esa última zona presenta uno de los niveles de abatimiento hídrico más críticos en toda la CRLO. Ahí se conjuga la apropiación subterránea y atmosférica del agua.

Mapa 28. Unidades de riego, agricultura de temporal y cañones antigranizo en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

Por otro lado, de acuerdo con la Tabla 22, San Salvador el Seco y Chalchicomula de Sesma lideran la tabla de rendimiento en la producción de maíz de riego en la CRLO con 3,720-6,418 ton. Le siguen San Nicolás Buenos Aires Buenos Aires, Guadalupe Victoria, Libres y el Carmen Tequexquitla con 1,906-3,720 ton. Posteriormente, con 644-1,906 ton le siguen San José Chiapa, Oriental, Tepeyahualco, Huamantla, Cuapiaxtla y Tocatlán. Finalmente, con un rango de entre 0 y 644 ton están los municipios restantes. Como se observa, los municipios con los mayores rendimientos respecto al maíz de riego en la CRLO se ubican en la franja sureste de la CRLO.

Tabla 22. Producción de maíz de riego, rendimiento en la CRLO, 2006.

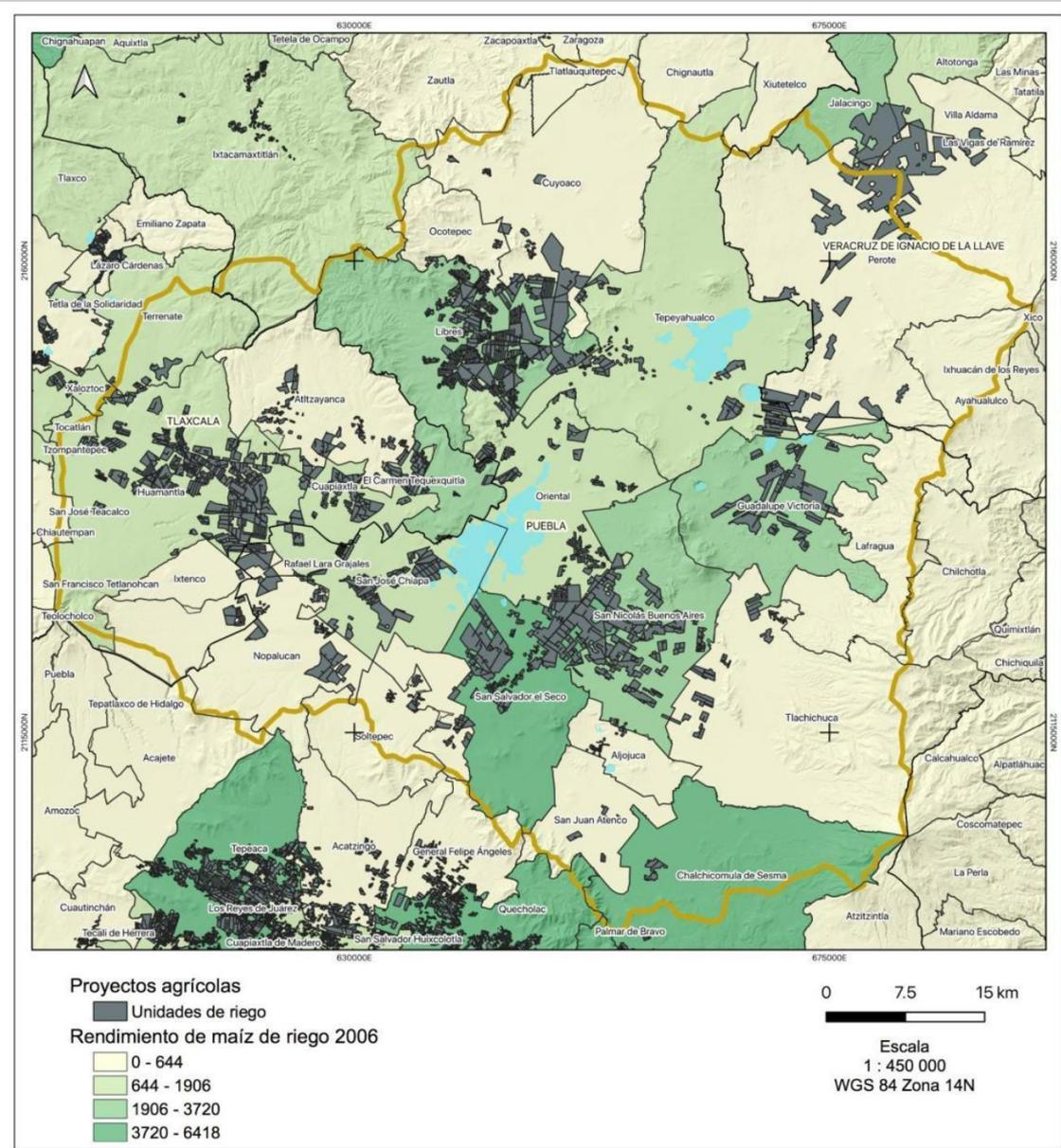
Municipio	Estado	Rendimiento (ton)
Chalchicomula de Sesma	Puebla	3,720-6,418
San Juan Atenco	Puebla	0-644

Aljojuca	Puebla	0-644
San Salvador el Seco	Puebla	3,720-6,418
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	0-644
Soltepec	Puebla	0-644
San José Chiapa	Puebla	644-1,906
Rafaél Lara Grajales	Puebla	0-644
Oriental	Puebla	644-1,906
Libres	Puebla	1,906-3,720
Cuyoaco	Puebla	0-644
Ocotepec	Puebla	0-644
Tepeyahualco	Puebla	644-1,906
Tlachichuca	Puebla	0-644
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	1,906-3,720
Guadalupe Victoria	Puebla	1,906-3,720
Lafragua	Puebla	0-644
Nopalucan	Puebla	0-644
Huamantla	Tlaxcala	644-1,906
Ixtenco	Tlaxcala	0-644
Zitlaltépec	Tlaxcala	0-644
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	1,906-3,720
Alzayanca	Tlaxcala	0-644
Cuapixtla	Tlaxcala	644-1,906
Tocatlán	Tlaxcala	644-1,906
Perote	Veracruz	0-644
Ayahualulco	Veracruz	0-644

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Los municipios con los mayores rendimientos en cuanto a maíz de riego coinciden con la localización de las unidades de riego. Y es que numerosas unidades de riego en la CRLO están orientadas precisamente a la producción maicera en la que cobran cada vez mayor relevancia las variedades híbridas y mejoradas. En el Mapa 29 se aprecia la coincidencia territorial entre las unidades de riego y los altos volúmenes de producción maicera en San Salvador el Seco, San Nicolás Buenos Aires, Guadalupe Victoria y Libres.

Mapa 29. Unidades de riego y rendimiento en la producción de maíz de riego, 2006.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y SINA, 2021.

En el caso del rendimiento en la producción de maíz de temporal, tal como se aprecia en la Tabla 23, Tlachichica y Chalchicomula de Sesma poseen los rendimientos más altos de maíz de temporal con una producción de entre 85,301,528 y 179,979,700 ton. Le siguen San Salvador el Seco, Huamantla y Tepeyahualco con una producción de entre 36,863,600 y 85,301,528 ton. A continuación siguen San Juan Atenco, Aljojuca, San Nicolás Buenos Aires, Guadalupe Victoria, Lafragua, Perote, Cuyoaco, Libres, Oriental, Cuapixtla, San José Chiapa, Altzayanca, Nopalucan, Zitlaltépec de Trinidad Santos y Soltepec con una producción de entre 1,816,500 y 36,863,600 ton. Finalmente se encuentra Ayahualulco, Rafael Lara Grajales, Ocoatepec, Mazapiltepec de Juárez, Ixtenco, Tocatlán y El Carmen Tequexquitla con una producción de entre 0 y 11,816,500 ton.

Tabla 23. Producción de maíz de temporal, rendimiento 2006.

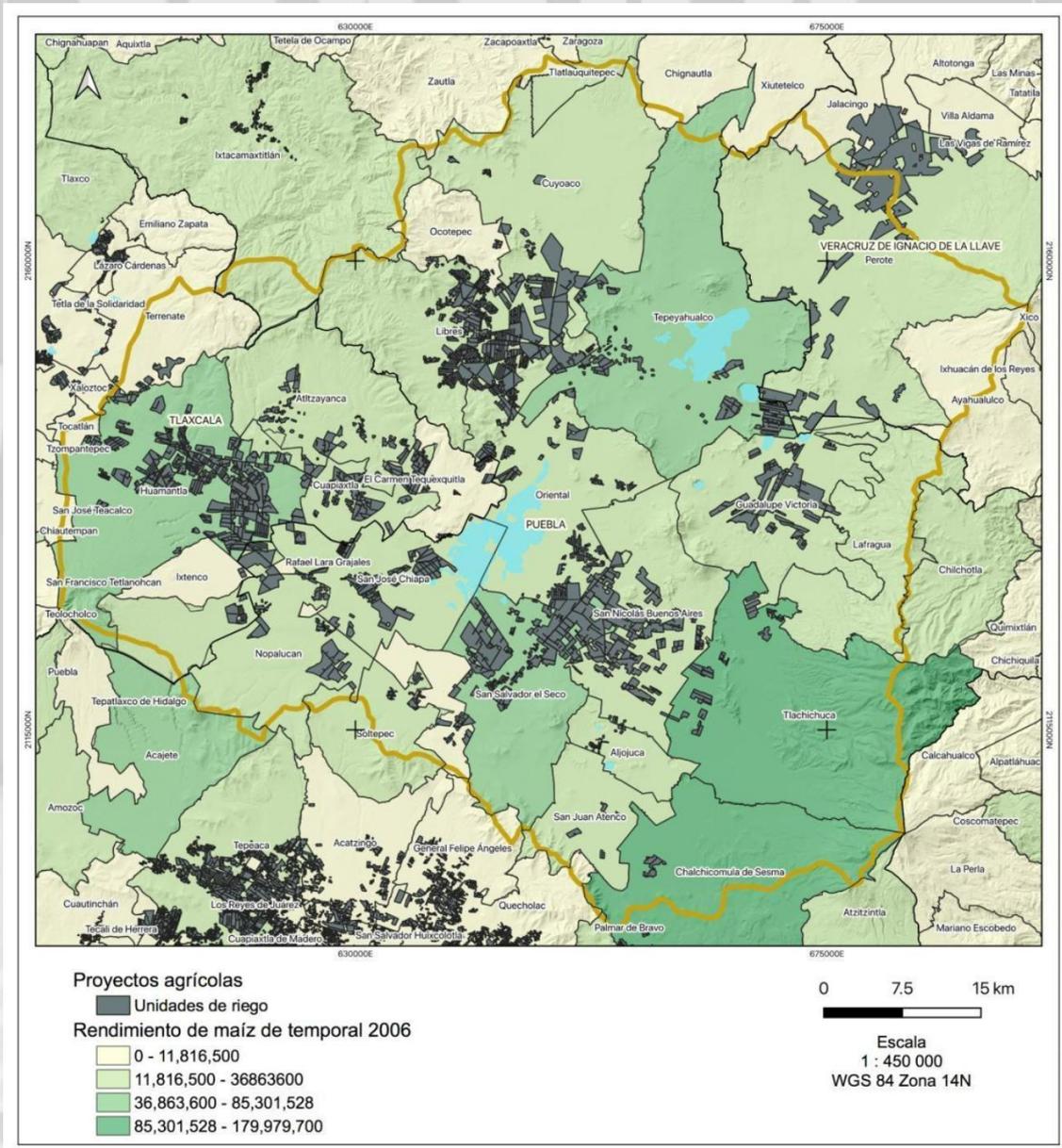
Municipio	Estado	Rendimiento (ton)
Chalchicomula de Sesma	Puebla	85,301,528-179,979,700
San Juan Atenco	Puebla	11,816,500-36,863,600
Aljojuca	Puebla	1,816,500-36,863,600
San Salvador el Seco	Puebla	36,863,600-85,301,528
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	0-11,816,500
Soltepec	Puebla	1,816,500-36,863,600
San José Chiapa	Puebla	1,816,500-36,863,600
Rafaél Lara Grajales	Puebla	0-11,816,500
Oriental	Puebla	1,816,500-36,863,600
Libres	Puebla	1,816,500-36,863,600
Cuyoaco	Puebla	1,816,500-36,863,600
Ocoatepec	Puebla	0-11,816,500
Tepeyahualco	Puebla	36,863,600-85,301,528
Tlachichuca	Puebla	85,301,528-179,979,700
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	1,816,500-36,863,600
Guadalupe Victoria	Puebla	1,816,500-36,863,600
Lafragua	Puebla	1,816,500-36,863,600
Nopalucan	Puebla	1,816,500-36,863,600
Huamantla	Tlaxcala	36,863,600-85,301,528
Ixtenco	Tlaxcala	0-11,816,500
Zitlaltépec	Tlaxcala	1,816,500-36,863,600
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	0-11,816,500
Altzayanca	Tlaxcala	1,816,500-36,863,600
Cuapiaxtla	Tlaxcala	1,816,500-36,863,600
Tocatlán	Tlaxcala	0-11,816,500
Perote	Veracruz	1,816,500-36,863,600
Ayahualulco	Veracruz	0-11,816,500

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Como se aprecia en el Mapa 30, no es clara la relación entre las unidades de riego y el rendimiento en la producción de maíz de temporal. A diferencia del Mapa 29, la relación

entre unidades de riego y mejores rendimientos en la producción de maíz de temporal no es evidente. En el caso de Libres y San Nicolás Buenos Aires, por ejemplo, aunque tienen importantes infraestructuras de riego, su rendimiento en la producción de maíz de temporal no es alta, como en otros municipios de la CRLO. Por su parte Chalchicomula de Sesma y Tlachichuca, aún sin grandes áreas de infraestructuras de riego, tienen los mejores rendimientos respecto al maíz de temporal.

Mapa 30. Unidades de riego y rendimiento en la producción de maíz de temporal, 2006.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

3.7 Proyectos mineros

Las concesiones mineras representan una amenaza de primer orden para la dinámica socioambiental de la CRLO. Como se observa en la Tabla 24, a 2021 se encuentran vigentes 29 concesiones mineras en la CRLO. Entre las empresas mineras más importantes que tienen concesiones mineras en la cuenca están propietarios particulares, Minera Gavilán, Minera Sumex, JDC Minerals y CIA Minera Oriental. Un

aspecto importante a destacar es que la mayor parte de las concesiones mineras vigentes en la CRLO fueron otorgadas durante los gobiernos de Felipe Calderón Hinojosa y Enrique Peña Nieto.²⁷

Tabla 24. Proyectos mineros vigentes en la CRLO, 2021.

Proyecto	Municipio	Superficie (has)	Empresa	Inicio
El Señor de la Misericordia 238279	Tlachichuca	289.0	Silvestre Esteban Rueda Carmona	2011 (Expedición)
Juquilita 235842	Tlachichuca	200.0	Silvestre Esteban Rueda Carmona y Socios	2010 (Expedición)
Jessy 244451	San Nicolás Buenos Aires	119.8	Alberto Campos Carranza y Socios	2015 (Expedición)
Oriental 1 241099	San Salvador el Seco	13,047.0	Sandra Patricia Sánchez Andrade	2012 (Expedición)
Reducción Jimena 241898	Huamantla	3,918.0	Minera Sumex	2013 (Expedición)
2da Reducción Jimena 246926 ²⁸	Huamantla	1.703.0	Minera Sumex	2018 (Solicitud)
La Fruta 232023	Libres	3,469.3 ²⁹	Minera Gavilán	2008 (Expedición)
Lupe 1 245870	Zautla	1,190.2 ³⁰	JDC Minerales	2017 (Expedición)
Reducción El Chato 246843	Libres	5,332.0	Minera Gavilán	2019 (Expedición)
Oriental 2 241089	Tepeyahualco	6,475.5	Sandra Patricia Sánchez Andrade	2012 (Expedición)
Israel 239470	Tepeyahualco	400.0	Elías Zapata Sánchez	2011 (Expedición)
Monta 244862	Perote	500.0 ³¹	Macedonio Martínez	2016 (Expedición)

²

⁷ Durante la gestión de Andrés Manuel López Obrador (AMLO) no se han otorgado concesiones mineras en la CRLO. Asimismo, se han impuesto límites a empresas energéticas nacionales y transnacionales vinculadas con algunos parques solares en la CRLO. No obstante, en materia hídrica no se ha avanzado, lo cual representa una limitación del gobierno de AMLO.

²⁸ En CartoMinMex.

²⁹ Parte de la superficie de la concesión minera está fuera de la CRLO.

³⁰ Parte de la superficie de la concesión minera está fuera de la CRLO.

³¹ Parte de la superficie de la concesión minera está fuera de la CRLO.

			Cervantes	
Viky Kimora 234531	Jalacingo	510.0	Macedonio Martínez Cervantes	2009 (Expedición)
La Gloria 213072	Perote	1,592.0	Guillermo González Lagunes	2001 (Expedición)
MRMT 246194	Guadalupe Victoria	120.0	Manuel Ramón Moreno Torres	2018 (Expedición)
La Machucada 245520	Tepeyahualco	100.0	Compañía Minera Oriental	2017 (Expedición)
Ampliación de Carlos 168497	Tepeyahualco	100.0	CIA Minera Oriental	1981 (Expedición)
Sexta Ampliación de Carlos 168496	Tepeyahualco	100.0	CIA Minera Oriental	1981 (Expedición)
Carlos 188435	Tepeyahualco	64.0	CIA Minera Oriental	1981 (Expedición)
Tercera Ampliación de Carlos 168493	Tepeyahualco	55.0	CIA Minera Oriental	1981 (Expedición)
El Tope 246281	Tepeyahualco	47.0	CIA Minera Oriental	2018 (Expedición)
Ampliación Nueva España 2 241960	Guadalupe Victoria	1,619.1	Minera Gavilán	2013 (Expedición)
Ampliación Nueva España 238630	Guadalupe Victoria	376.6	Minera Gavilán	2011 (Expedición)
Jesús 238425	Guadalupe Victoria	201.9	Silvestre Esteban Rueda Carmona	2011 (Expedición)
Nueva España 4 Fracción 3 246460	Tepeyahualco	6.0	Minera Gavilán	2018 (Expedición)
Nueva España Fracción 2 246459	Tepeyahualco	5.0	Minera Gavilán	2018 (Expedición)
San Isidro Fracción A 229596	Guadalupe Victoria	57.0	Silvestre Esteban Rueda Carmona	2007 (Expedición)
San Antonio 229598	Tepeyahualco	130.8	José Isidro Hernández	2007 (Expedición)

			García	
Nueva España 2 Fracción 1 224530	Guadalupe Victoria	52.0	José Isidro Hernández García	2005 (Expedición)
San Isidro 2 229599	Guadalupe Victoria	50.2	José Isidro Hernández García	2007 (Expedición)
Nueva España 222587	Guadalupe Victoria	92.0	José Carlos Coutido Morales	2004 (Expedición)
N.E. 2 239970	Guadalupe Victoria	42.0	Minera Gavilán	2012 (Expedición)
San Isidro Fracción B 229597	Guadalupe Victoria	9.9	Silvestre Esteban Rueda Carmona	2007 (Expedición)
Nueva España 3 246376	Tepeyahualco	17.8	Minera Gavilán	2018 (Expedición)
Barranca 239969	Ixtacamaxtitlán	173.3 ³²	Exploraciones Mineras Parreña	2012 (Expedición)
NEFI 232870 ³³	Libres	510.0	Minera Gavilán	2008 (Solicitud)
Lupe 1 245870 ³⁴	Zautla	1,190.0	JDC Minerales	2015 (Solicitud)

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el Mapa 31, los municipios en la CRLO con mayor superficie territorial concesionada a la actividad minera son Oriental, Libres, Tepeyahualco, Huamantla, San José Chiapa, Perote, Guadalupe Victoria y San Salvador el Seco. Es posible apreciar que los proyectos mineros se concentran en la parte central de la CRLO, en las planicies, específicamente en la zona entre Oriental, Libres, Tepeyahualco y Guadalupe Victoria. Es precisamente esta zona en la que opera Minera Gavilán y JDC Minerales. Como resultado del interés de las mineras antes mencionadas, la parte central de la CRLO concentra la conflictividad social asociada al emplazamiento territorial de la actividad minera, una industria altamente contaminante.

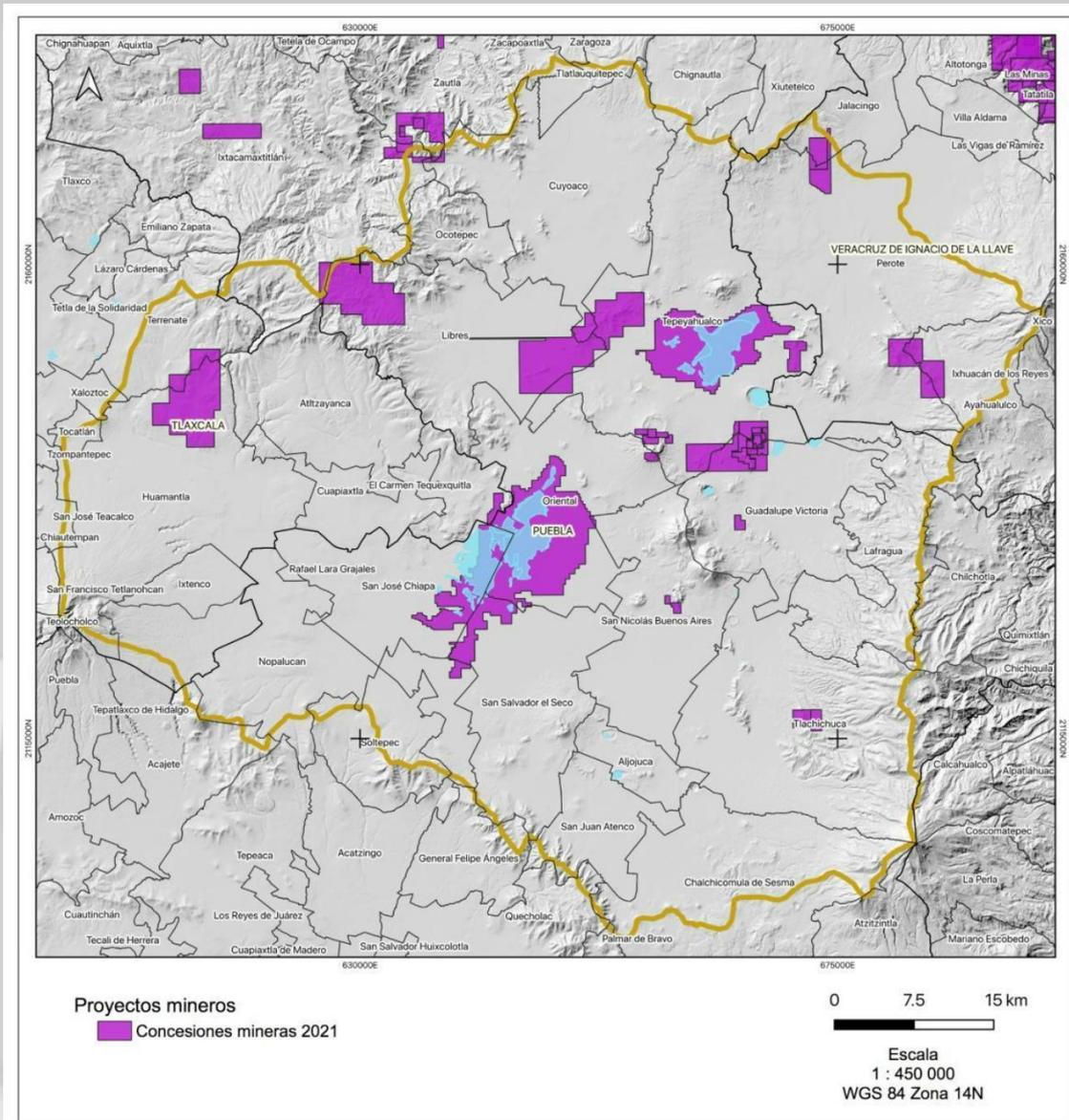
Es posible observar que varias concesiones mineras se superponen a dos importantes lagos: el de Totolcingo y el Lago El Salado. Asimismo, es preciso señalar que varios polígonos mineros están muy cerca de los axalapascos ubicados entre Tepeyahualco y Guadalupe Victoria. Lo anterior representa una amenaza dada la importancia biológica y material de dichos cuerpos de agua. Véase Mapa 31.

³² La superficie de la concesión sólo abarca una parte de la CRLO.

³³ En CartoMinMex.

³⁴ En CartoMinMex.

Mapa 31. Concesiones mineras vigentes en la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Geocomunes, 2021.

Es importante precisar que una vez otorgada una concesión minera, el primer párrafo del artículo 15 de la Ley Minera vigente establece que las concesiones mineras confieren derechos sobre todos los minerales o sustancias sujetos a la aplicación de la Ley, de lo cual se deriva que, las concesiones mineras se otorgan para la explotación de todos y cada uno de los minerales y sustancias que se relacionan en el artículo 4 de la Ley Minera. Por lo tanto, las referencias que los concesionarios efectúan en sus solicitudes son una manifestación del interés por la explotación de determinado mineral o sustancia, sin que ello asegure que el mismo se encuentre en el terreno o en su caso, que habiéndose encontrado uno distinto exista limitación para su aprovechamiento. Así, dependerá de las características del terreno en donde se ubique la concesión minera, los minerales o sustancias concesibles que el concesionario pueda aprovechar, una vez que cuente con los permisos y autorizaciones de las autoridades competentes en materia ambiental y laboral.

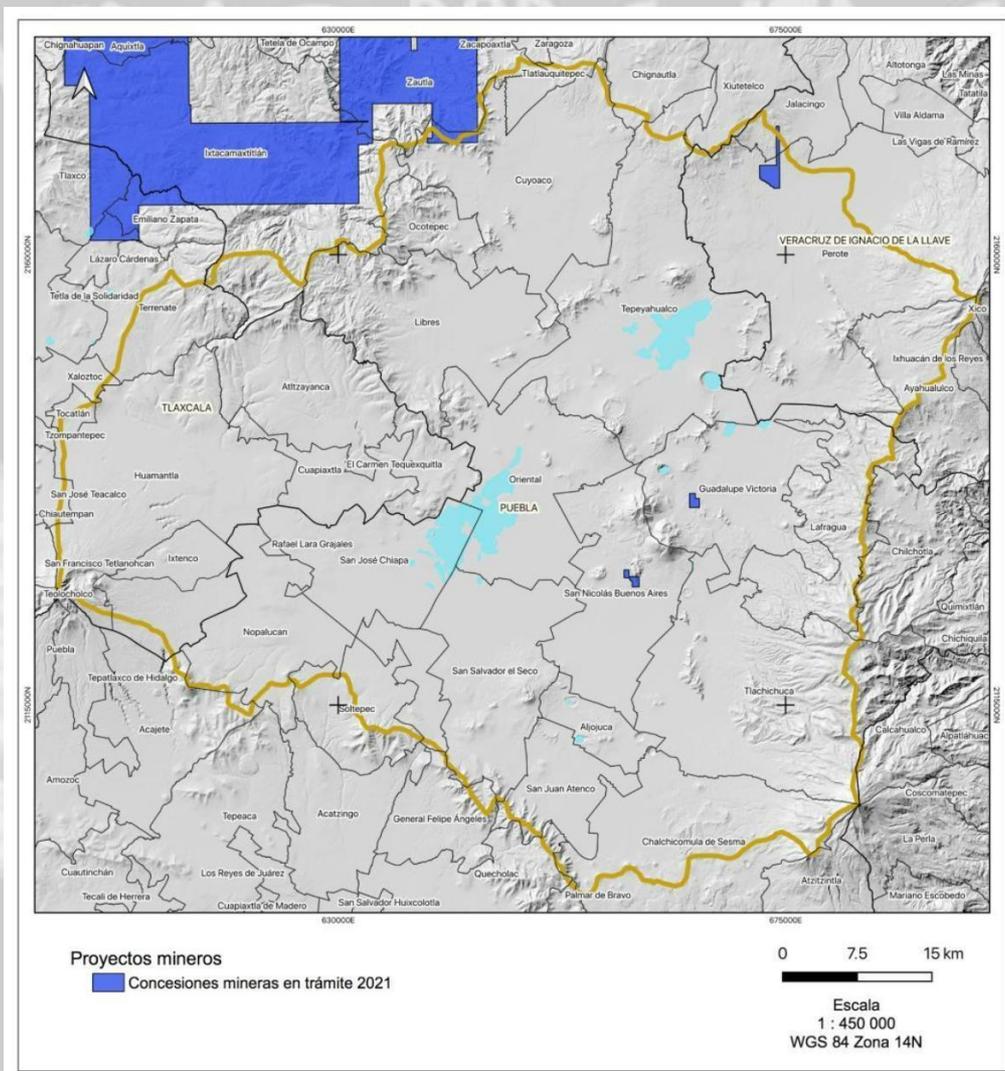
Como se observa en la Tabla 25 y en el Mapa 32, en la CRLO existen 2 concesiones mineras en trámite a 2021. Como se muestra, dichos proyectos en trámite se localizan en el centro de la CRLO, específicamente en Guadalupe Victoria y San Nicolás Buenos Aires.

Tabla 25. Concesiones mineras en trámite en la CRLO, 2021.

Proyecto	Municipio	Superficie	Empresa	Mineral	Inicio
MRMT	Guadalupe Victoria	120.0 has	Manuel Ramón Moreno Torres	TSP ₃₅ Exploración	2013 (solicitud)
Jessy	San Nicolás Buenos Aires	119.8 has	Alberto Campos Carranza y Asociados	TSP Exploración	2014 (solicitud)

Fuente: elaboración propia.

Mapa 32. Concesiones mineras en trámite en la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Geocomunes, 2021.

³⁵ Toda sustancia permisible.

Entre 2000 y 2021 han sido canceladas 18 concesiones mineras en la CRLO. La mayor parte de las empresas a las cuales les han sido canceladas concesiones mineras son individuos particulares. No obstante, en la Tabla 26 figuran empresas mineras importantes como Mineras Gavilán, a las que les han sido canceladas concesiones. Véase Tabla 26 y en el Mapa 33.

Tabla 26. Concesiones mineras canceladas en la CRLO, 2000-2021.

Proyecto	Municipio	Superficie (has)	Industria	Empresa	Inicio
Selma I 224304	San Nicolás Buenos Aires	200.0	Minería Explotación	Magic Dolime	2005 Cancelada
San Juan II 210570	San Nicolás Buenos Aires	56.7	Minería Exploración	Jorge Hernández Monterrosas	1999 Cancelada
San Juan 210660	San Nicolás Buenos Aires	95.2	Minería Exploración	Jorge Hernández Monterrosas	1999 Cancelada
Ampliación San Juan 212680	San Nicolás Buenos Aires	5.0	Minería Exploración	Jorge Hernández Monterrosas	2000 Cancelada
Divina Providencia II 223849	Tlachichuca	500.0 ³⁶	Minería Exploración	José Humberto Canal Castellanos	2005 Cancelada
Santa María 224008	Tlachichuca	418.6 ³⁷	Minería Exploración	José Humberto Canal Castellanos	2005 Cancelada
Guadalupe II 224391	Tlachichuca	2,000.0 ³⁸	Minería Exploración	Amado Cavazos Siller y Socios	2005 Cancelada
Ampliación Nueva España 5 242098	Guadalupe Victoria	1,692.0	Minería Exploración	Minera Gavilán	2013 Cancelada
Ampliación Nueva España 3 242600	Guadalupe Victoria	1,598.0	Minería Exploración	Minera Gavilán	2013 Cancelada
Ampliación Nueva España 4 242049	Guadalupe Victoria	939.0	Minería Exploración	Minera Gavilán	2013 Cancelada

3

⁶ Parte del área de la concesión minera se encuentra localizada en otra cuenca.

3

⁷ Parte del área de la concesión minera se encuentra localizada en otra cuenca.

3

⁸ Parte del área de la concesión minera se encuentra localizada en otra cuenca.

El Chatito F-2 238800	Tepeyahualco	4,180.0	Minería Exploración	Minera Gavilán	2011 Cancelada
El Chatito F-1 238799	Tepeyahualco	93.0	Minería Exploración	Minera Gavilán	2011 Cancelada
El Chatito 2 238770	Libres	2,796.0	Minería Exploración	Minera Gavilán	2011 Cancelada
Caldera A-1 238810	Libres	2,065.0	Minería Exploración	Minera Gavilán	2011 Cancelada
Segunda Reducción Caldera 236562	Libres	6,705.0 ³⁹	Minería Exploración	Minera Gavilán	2010 Cancelada
Caldera 3-B 241004	Ixtacamaxtitlán	49,900.5 ⁴⁰	Minería Exploración	Minera Gavilán	2012 Cancelada
Santa Anita 219805	Cuyoaco	224.0 ⁴¹	Minería Exploración	Francisco Crespo Hernández	2003 Cancelada
Pau 221906	Cuyoaco	419.7	Minería Exploración	Francisco Crespo Hernández	2004 Cancelada

Fuente: elaboración propia.

En el Mapa 33 se observa que los municipios en los que se localiza la mayor parte de las concesiones mineras canceladas son Libres, Tepeyahualco, Alzayanca, Guadalupe Victoria y San Nicolás Buenos Aires. Todos los municipios antes mencionados se localizan en el centro de la CRLO.



³

⁹ Parte del área de la concesión minera se encuentra localizada en otra cuenca.

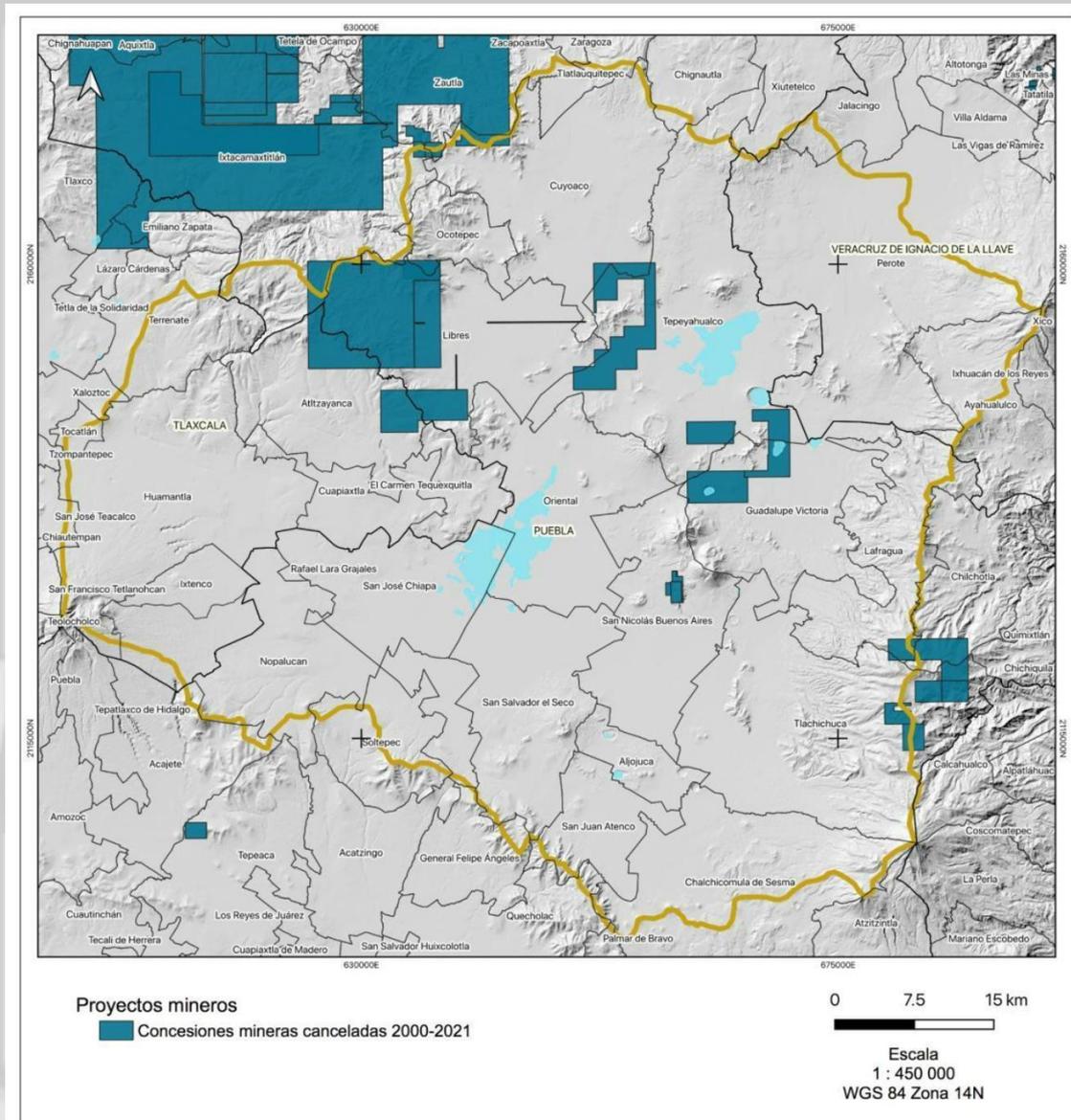
⁴

⁰ Parte del área de la concesión minera se encuentra localizada en otra cuenca.

⁴

¹ Parte del área de la concesión minera se encuentra localizada en otra cuenca.

Mapa 33. Concesiones mineras canceladas en la CRLO, 2000-2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Geocomunes, 2021.

Por otra parte, la CRLO es una de los territorios más estratégicos respecto al litio a nivel nacional.⁴² A la fecha, el Servicio Geológico Mexicano (SGM) ha localizado 57 localidades con manifestaciones de litio en México: 11 localidades presentan litio en sedimentos, 24 localidades en salmueras y 22 localidades en rocas (Harp, 2020).

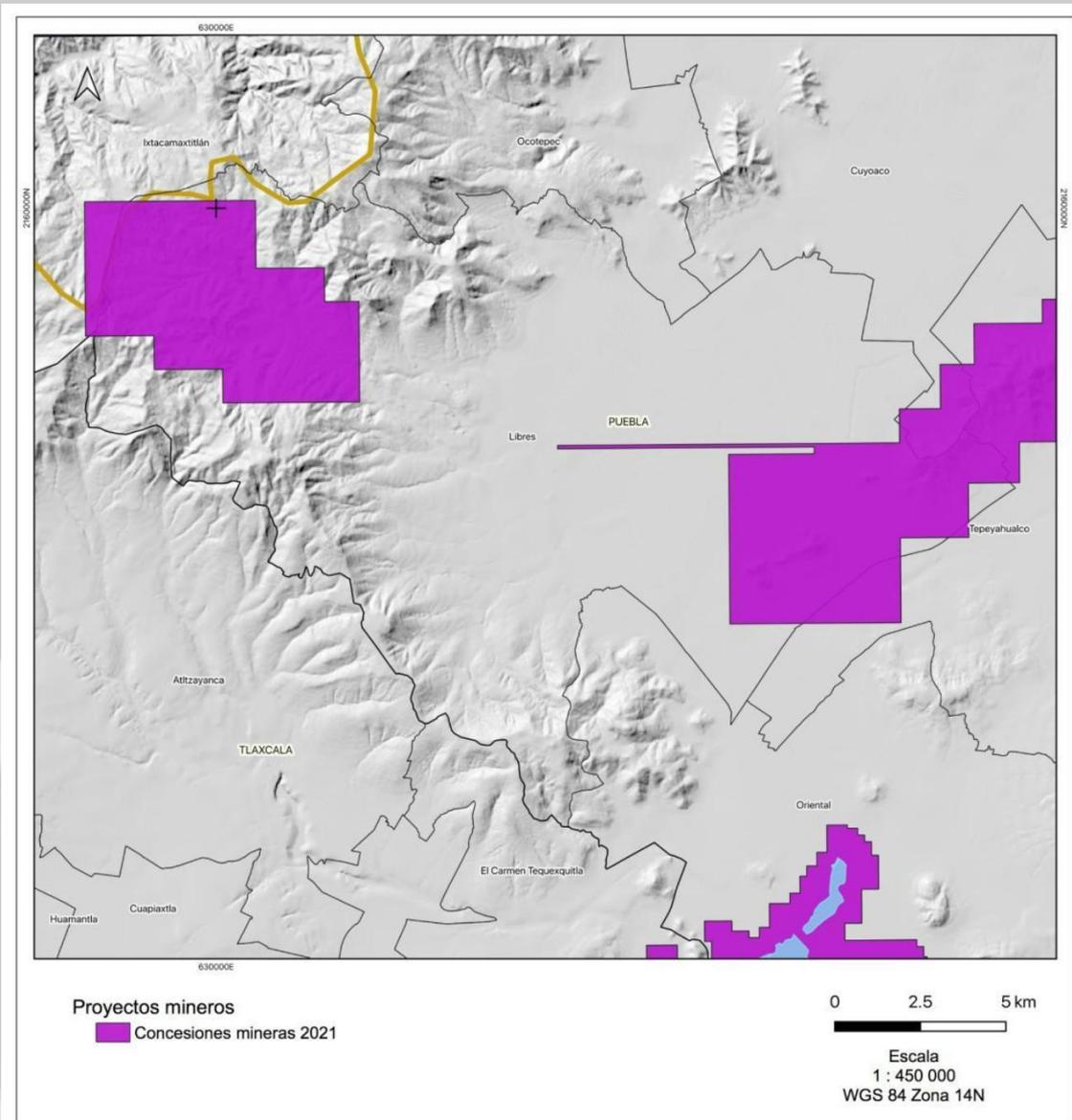
En el caso particular de la CLRO, existen 2 localidades con manifestaciones de litio identificadas. Se trata de los depósitos denominados Oriental I (Lago de Totolcingo) y Oriental 2 (Lago de Alchichica) localizados en Oriental y Tepeyahualco respectivamente (*Ibíd.*). Véase Mapa 34.

Lo anterior reposiciona estratégica y geopolíticamente no sólo a los municipios de Oriental y Tepeyahualco, sino a toda la región en su conjunto.⁴³ En este sentido, el alto

⁴² El litio es uno de los minerales más estratégicos a nivel mundial dada la crisis de la civilización material petrolera y la transición energética hacia energías no fósiles.

⁴³ En Puebla existen 8 municipios con manifestaciones de litio identificadas: Oriental, Tepeyahualco, Izúcar de Matamoros, Chichiquila, Tehuitzingo, Petalcingo, Chila y Piaxtla (Harp, 2020).

Mapa 36. Concesiones mineras en Libres, 2022.



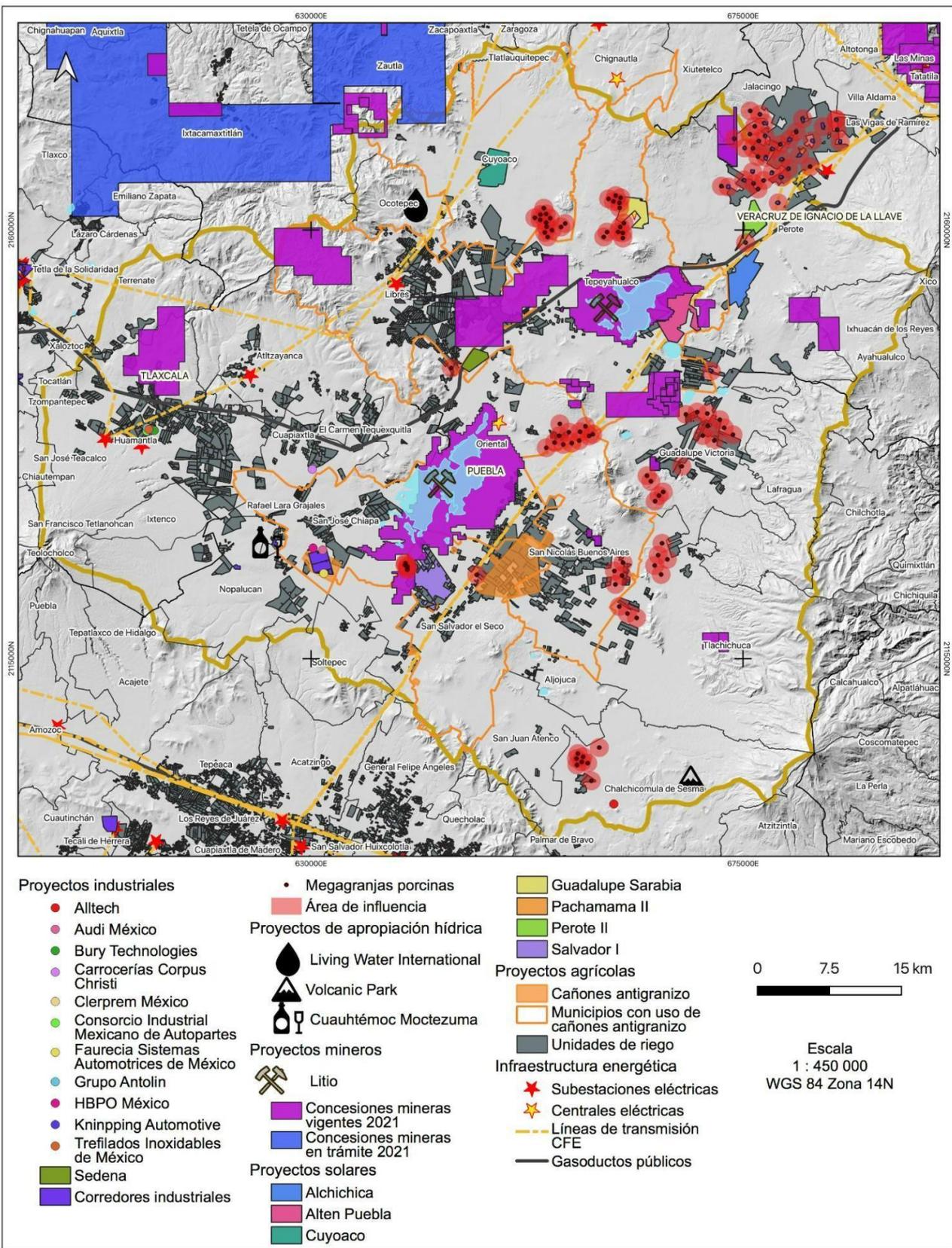
Fuente: elaboración propia con datos de Geocomunes, 2021.

3.8 Unidad metabólica de los proyectos extractivos e industriales

Como se observa en el Mapa 37, en la CRLO se asienta un conjunto de industrias que, en su conjunto, se apropian integralmente del territorio, así como de uno de sus recursos naturales vitales: el agua subterránea, superficial y atmosférica. Es posible observar que los proyectos cubren una gran extensión territorial de la CRLO, se concentran en las áreas con menor altitud en la CRLO y se articulan en torno al agua, los corredores industriales y las infraestructuras energéticas y de comunicación.

De manera particular, los municipios en los que se concentran los proyectos de apropiación y contaminación hídrica son Huamantla, Guadalupe Victoria, Perote, Libres, San Salvador el Seco, San José Chiapa, Tepayahualco, San Nicolás Buenos Aires, Oriental y Cuyoaco.

Mapa 37. Unidad metabólica de los proyectos extractivos e industriales en la CRLO, 2022.

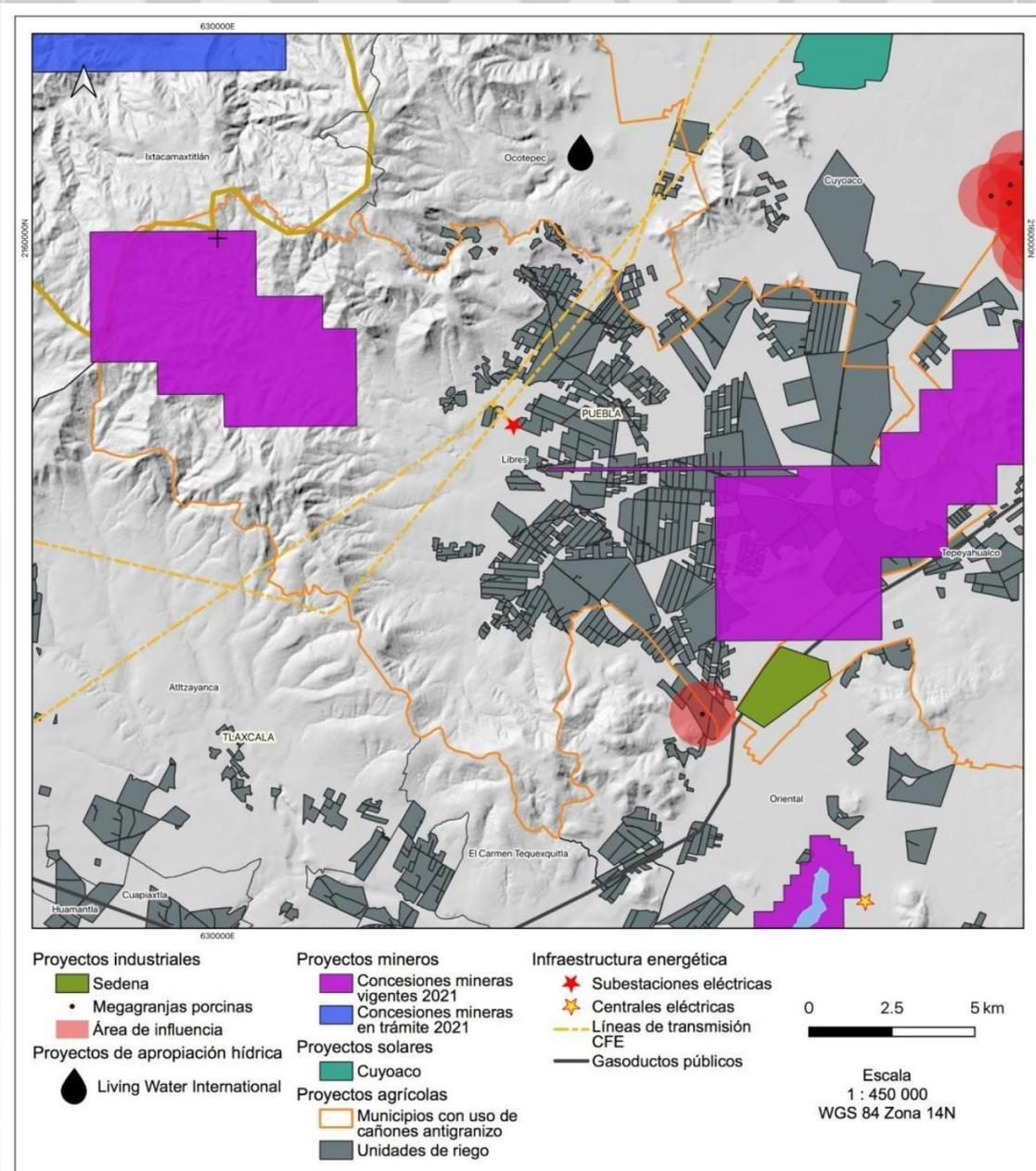


Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021, Geocomunes, 2021 y SINA, 2021.

En el caso de Libres, existen numerosas unidades de riego, las cuales constituyen el eje de la apropiación del agua. A la par, existen otros proyectos que, en caso de concretarse,

no sólo acapararán el agua, sino que devastarán el territorio en su totalidad. Este es el caso de los proyectos mineros de Minera Gavilán. Asimismo, es importante apreciar que en municipios aledaños existen importantes proyectos como las megagranjas y el rastro de Granjas Carroll, la industria militar La Célula y el parque solar de Iberdrola. Véase Mapa 38.

Mapa 38. Unidad metabólica de los proyectos extractivos e industriales en Libres, 2022.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021, Geocomunes, 2021 y SINA, 2021.

La industria que opera en la CRLO de manera efectiva no sólo se apropia de diversos recursos naturales como la tierra o el agua, sino que también impulsa profundos procesos de despojo y contaminación ambiental. El agua quizá es el recurso natural más codiciado, el cual concentra toda la contaminación ambiental de la CRLO. En los próximos años es posible que se agudice la guerra por el agua en la CRLO, un proceso de disputa territorial que permaneció invisibilizado durante el periodo neoliberal tanto por el gobierno como por la academia.

El escenario anterior plantea numerosas preguntas acerca de la viabilidad hídrica, económica y social de la CRLO a corto, mediano y largo plazo. Sobre todo porque durante los últimos años se han acelerado los procesos de expansión industrial, sobreexplotación del acuífero y contaminación ambiental. La investigación sobre los impactos específicos de la industria en la salud, el territorio y la población representa un gran vacío que hasta el momento no ha sido abordado. Dicha investigación podría abrir brecha para demostrar la necesidad de implementar un plan de gestión integral de la CRLO con la participación de la población y la sociedad civil organizada.

MANOS

UNIDAS POR UNA CUENCA

LIBRE



4. Afectaciones socioambientales de los proyectos extractivos e industriales

4.1 Principales fuentes de abastecimiento y acaparamiento hídrico

El intenso uso industrial y agrícola del agua está exacerbando la problemática hídrica en la CRLO. De seguir con la tendencia actual, el agua será cada vez más escasa y contaminada. Como resultado, las disputas territoriales por el agua se podrían recrudecer, tal como se señaló en el apartado anterior.

Al respecto, se debe considerar que, con la notable excepción de Ayahualulco, cuyo abastecimiento depende 100% de fuentes superficiales, prácticamente todos los demás municipios pertenecientes a la CRLO tienen un abastecimiento hídrico predominantemente subterráneo. En el caso de los municipios de Puebla pertenecientes a la CRLO, con excepción de Lafragua (64% de fuentes subterráneas) y Tlachichuca (75% de fuentes subterráneas), los municipios restantes tienen un abastecimiento predominantemente subterráneo en más de 91%. Véase Tabla 27 y Mapa 39.

En el caso particular de Libres, el 99% de su abastecimiento proviene de aguas subterráneas y sólo el 1% de aguas superficiales. Es decir, que es un municipio que depende totalmente del abastecimiento del ALO.

Tabla 27. Volumen superficial y subterráneo concesionado y fuente predeterminada de abastecimiento por municipios, 2020 (hm³).

Municipio	Volumen superficial	Volumen subterráneo	Volumen subterráneo respecto al total subterráneo	Volumen total	Fuente principal
Aljojuca	0.007	1.195	0.496145016	1.202	Subterránea
Cuyoaco	0.03	5.061	2.101246798	5.091	Subterránea
Chalchicomula de Sesma	0.427	7.291	3.027107371	7.718	Subterránea
Guadalupe Victoria	0.076	15.669	6.505519873	15.745	Subterránea
Nopalucan	0.029	7.376	3.06239802	7.405	Subterránea
Ocoatepec	0.057	0.606	0.251601573	0.663	Subterránea
Oriental	0.018	12.43	5.16073853	12.448	Subterránea
San Salvador el Seco	0.029	20.608	8.556114209	20.637	Subterránea
Lafragua	0.357	0.636	0.264057096	0.993	Subterránea
Libres	0.254	26.237	10.89318558	26.491	Subterránea
Mazapiltepec de Juárez	0.138	1.835	0.761862848	1.973	Subterránea
Rafael Lara	0.015	2.115	0.8781144	2.13	Subterránea

Grajales					
San José Chiapa	0.009	10.158	4.217440224	10.167	Subterránea
San Juan Atenco	0.004	0.571	0.237070129	0.575	Subterránea
San Nicolás Buenos Aires	0.01	21.812	9.055995881	21.822	Subterránea
Soltepec	0.012	1.419	0.589146257	1.431	Subterránea
Tepeyahualco	0.017	12.156	5.046978082	12.173	Subterránea
Tlachichuca	1.447	4.37	1.814354576	5.817	Subterránea
Altzayanca	0.057	6.913	2.870167776	6.97	Subterránea
El Carmen Tequexquitla	0.742	5.44	2.258601577	6.182	Subterránea
Cuapixtla	0	9.702	4.028116268	9.702	Subterránea
Huamantla	0	35.421	14.70623648	35.421	Subterránea
Ixtenco	0	0.34	0.141162599	0.34	Subterránea
Terrenate	0.768	2.568	1.066192803	3.336	Subterránea
Tocatlán	0	0.779	0.323428424	0.779	Subterránea
Zitlaltépec de Trinidad Sánchez Santos	0	0.82	0.340450973	0.82	Subterránea
Perote	2.262	27.329	11.34656663	29.591	Subterránea
Ayahualulco	1.332	0	0	1.332	Superficial
Total	8.097	240.857	100%	248.954	

Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

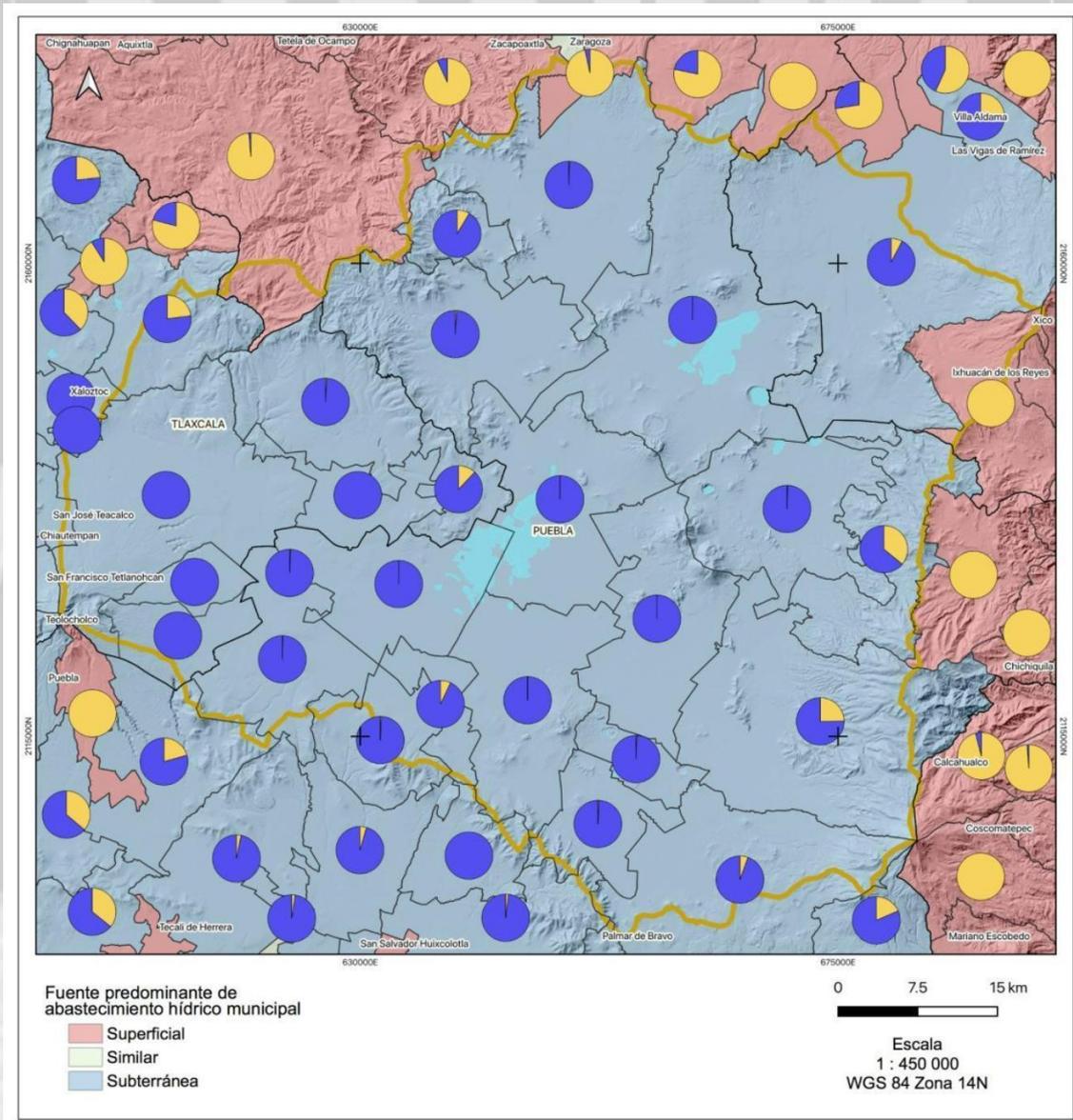
En el Mapa 39 se observan las gráficas del volumen superficial y subterráneo concesionado. En color amarillo se encuentra en volumen subterráneo concesionado y en color morado el volumen superficial concesionado. Llama la atención el hecho de que Libres, San Nicolás Buenos Aires y San Salvador el Seco son los municipios que concentran los mayores volúmenes subterráneos concesionados en toda la CRLO con 10.89%, 9.05% y 8.55% respecto al volumen total subterráneo concesionado. De hecho, como se vio antes, dichos municipios son algunos de los que concentran más unidades de riego dentro de sus respectivas jurisdicciones.⁴⁴

4

⁴ Es importante conocer la proporción en el pago de derechos por el uso del agua superficial por sector en la CRLO. En 2021, la acuacultura pago 0.44 centavos/m³, el sector agropecuario 0.00 centavos/m³ y 20.47 centavos/m³ por cada m³ que exceda del concesionado, el agua potable con consumo igual o inferior a 300 l/habitante-día 53.64 centavos/m³, el agua potable con consumo mayor a 300 l/hab-día 107.29 centavos/m³,

Huamantla es el municipio perteneciente a la CRLO con mayor volumen subterráneo concesionado con 14.70% respecto al total, le siguen Perote (11.34%), Libres (10.89%), San Nicolás Buenos Aires (9.05%), San Salvador el Seco (8.55%), Guadalupe Victoria (6.50%), Oriental (5.16%), Tepeyahualco (5.04%), San José Chiapa (4.21%) y Cuapixtla (4.02%).

Mapa 39. Fuente de abastecimiento hídrico predeterminada por uso consuntivo en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

En cuanto a la intensidad en el uso hídrico por municipio en la CRLO, en la Tabla 28 es posible observar que el 84.9% se concentra en la agricultura, el 13.2% en el abastecimiento público, el 1.7% en la industria.

balnearios y centros recreativos 1.32 centavos/m³, generación hidroeléctrica 0.32 centavos/m³ y el régimen general 18.05 pesos/m³ (CONAGUA, 2021).

En cuanto al pago de derechos por el aprovechamiento de agua subterránea en la CRLO, la acuicultura paga 0.22 centavos/m³, el sector agropecuario 0.00 centavos/m³, el sector agropecuario por cada m³ que exceda del concesionado 20.47 centavos/m³, el agua potable con consumo igual o inferior a 300 l/habitante-día 25.82 centavos/m³, el agua potable con consumo mayor a 300 l/hab-día 51.64 centavos centavos/m³, balnearios y centros recreativos 0.77 centavos/m³, generación hidroeléctrica 0.62 centavos/m³ y el régimen general 9.41 pesos/m³ (CONAGUA, 2021).

En relación a los municipios con mayor volumen hídrico empleado en la agricultura, destaca Huamantla (28.3 hm₃), Perote (26.1 hm₃), Libres (24.6 hm₃) y San Nicolás Buenos Aires (21. hm₃). En cuanto a los municipios con mayor volumen usado en el abastecimiento público, destaca Huamantla (6.3 hm₃), Perote (3.0 hm₃), El Carmen Tequexquitla (2.7 hm₃) y Guadalupe Victoria (1.9 hm₃). En relación a los municipios con mayor volumen usado en la industria autoabastecida destacan Rafael Lara Grajales (1.1 hm₃), Huamantla (0.6 hm₃), Guadalupe Victoria (0.52 hm₃) y San José Chiapa (0.50 hm₃). Véase Tabla 28.

Tabla 28. Intensidad del uso hídrico consuntivo por municipio en la CRLO, 2020 (hm₃).

Municipio	Agrícola	Porcentaje	Abastecimiento público	Porcentaje	Industria autoabastecida	Porcentaje	Volumen concesionado
Aljojuca	1.0	89.1	0.1	10.8	0.0	0.0	1.2
Cuyoaco	4.0	79.6	1.0	20.3	0.0	0.0	5.0
Chalchicomula	6.0	78.3	1.3	17.3	0.3	4.3	7.7
Guadalupe Victoria	13.7	87.5	1.9	12.4	0.0	0.0	15.7
Nopalucan	5.9	80.0	0.9	12.8	0.5	7.0	7.4
Ocoatepec	0.2	39.0	0.4	61.0	0.0	0.0	0.6
Oriental	11.0	89.0	0.8	6.9	0.5	4.0	12.4
San Salvador el Seco	19.3	93.8	1.2	6.1	0.0	0.0	20.6
Lafragua	0.6	60.4	0.3	39.5	0.0	0.0	0.9
Libres	24.6	93.0	1.8	6.9	0.0	0.0	26.4
Mazapiltepec de Juárez	1.8	91.4	0.16	8.4	0.0	0.0	1.9
Rafael Lara Grajales	0.6	31.8	0.2	13.3	1.1	54.7	2.1
San José Chiapa	8.6	84.7	1.0	10.2	0.5	4.9	10.1
San Juan Atenco	0.3	52.5	0.2	47.4	0.0	0.0	0.5
San Nicolás Buenos Aires	21.39	98.0	0.4	1.9	0.0	0.0	21.8
Soltepec	0.3	27.6	1.03	72.3	0.0	0.0	1.4
Tepeyahualco	11.0	91.1	1.0	8.8	0.0	0.0	12.1

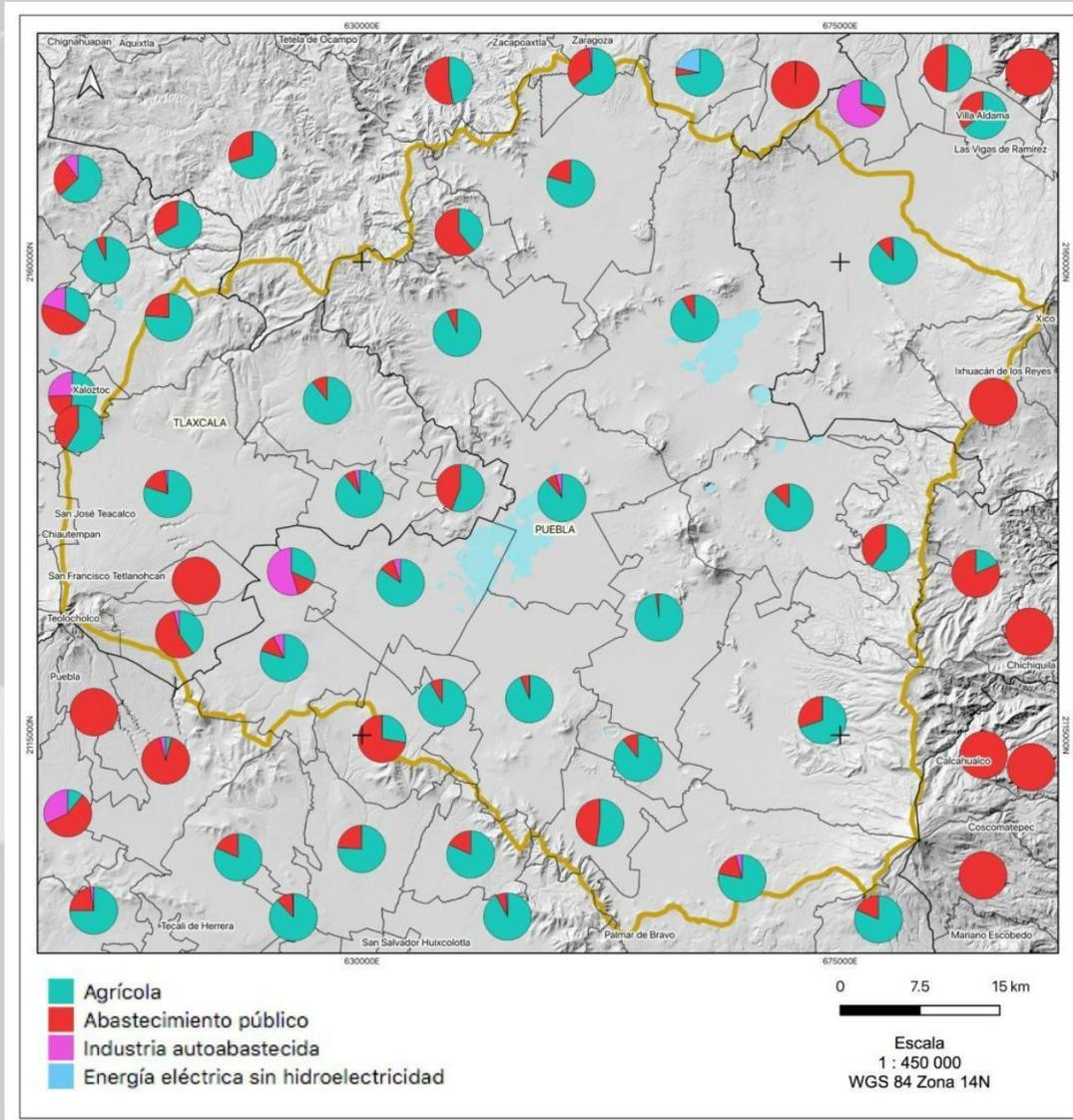
Tlachichuca	4.0	69.8	1.7	30.1	0.0	0.0	5.8
Altzayanca	6.2	89.4	0.7	10.5	0.0	0.0	6.9
El Carmen Tequexquitla	3.4	55.9	2.7	44.0	0.0	0.0	6.1
Cuapiaxtla	8.6	89.4	0.6	7.0	0.3	3.5	9.7
Huamantla	28.3	80.1	6.3	18.0	0.6	1.8	35.4
Ixtenco	0.0	0.0	0.3	100.0	0.0	0.0	0.3
Terrenate	2.5	76.1	0.7	23.8	0.0	0.0	3.3
Tocatlán	0.4	58.6	0.3	41.3	0.0	0.0	0.7
Ziltlaltépec	0.3	40.1	0.4	56.0	0.0	3.7	0.8
Perote	26.1	88.3	3.0	10.3	0.3	1.2	29.5
Ayahualulco	0.0	0.0	1.3	100.0	0.0	0.0	1.3
	211.3	84.9	33.0	13.2	4.4	1.7	248.9

Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

Entre los municipios con mayor intensidad en el uso agrícola en relación a su respectivo volumen total concesionado, destacan San Nicolás Buenos Aires (98.0%), San Salvador el Seco (93.8%) y Libres (93.0%). Como se mencionó antes, dichos municipios, junto a otros más, son los que tienen una alta concentración de unidades de riego.

Los municipios con mayor intensidad en el abastecimiento público en relación a su volumen total concesionado son Huamantla (6.3%), Perote (3.0%) y El Carmen Tequexquitla (2.7%). Por su parte, los municipios con mayor intensidad en el autoabasto industrial son Rafael Lara Grajales (1.1%), Huamantla (0.6%) y Nopalucan (0.5%). Véase Mapa 40.

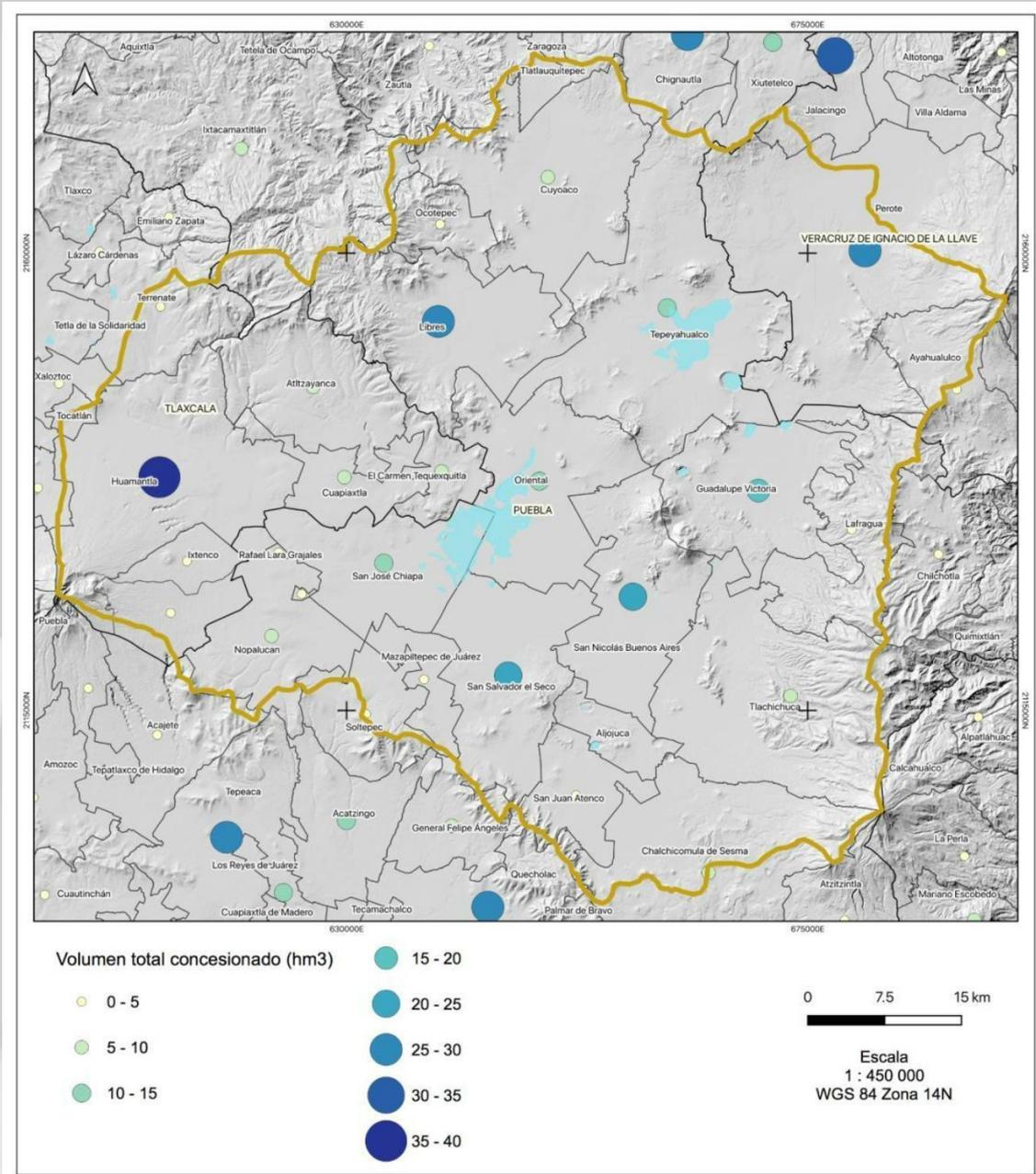
Mapa 40. Intensidad en el uso hídrico por uso consuntivo en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con base en datos de SINA, 2021.

En el caso del volumen total concesionado por municipio, Huamantla encabeza la lista de la CRLO con un volumen de entre 35 y 40 hm³. Le siguen Libres y Perote (25-30 hm³), San Salvador el Seco y San Nicolás Buenos Aires (20-25 hm³) y Guadalupe Victoria (15-20 hm³). Véase Mapa 41. Es preciso notar que dichos municipios son los que albergan la mayor cantidad de unidades de riego en comparación con otros municipios de la CRLO, así como los principales polos industriales de la CRLO.

Mapa 41. Volumen total concesionado por municipio en la CRLO, 2020 (hm₃).



Fuente: elaboración propia con datos de SINA, 2021.

4.2 Calidad del agua

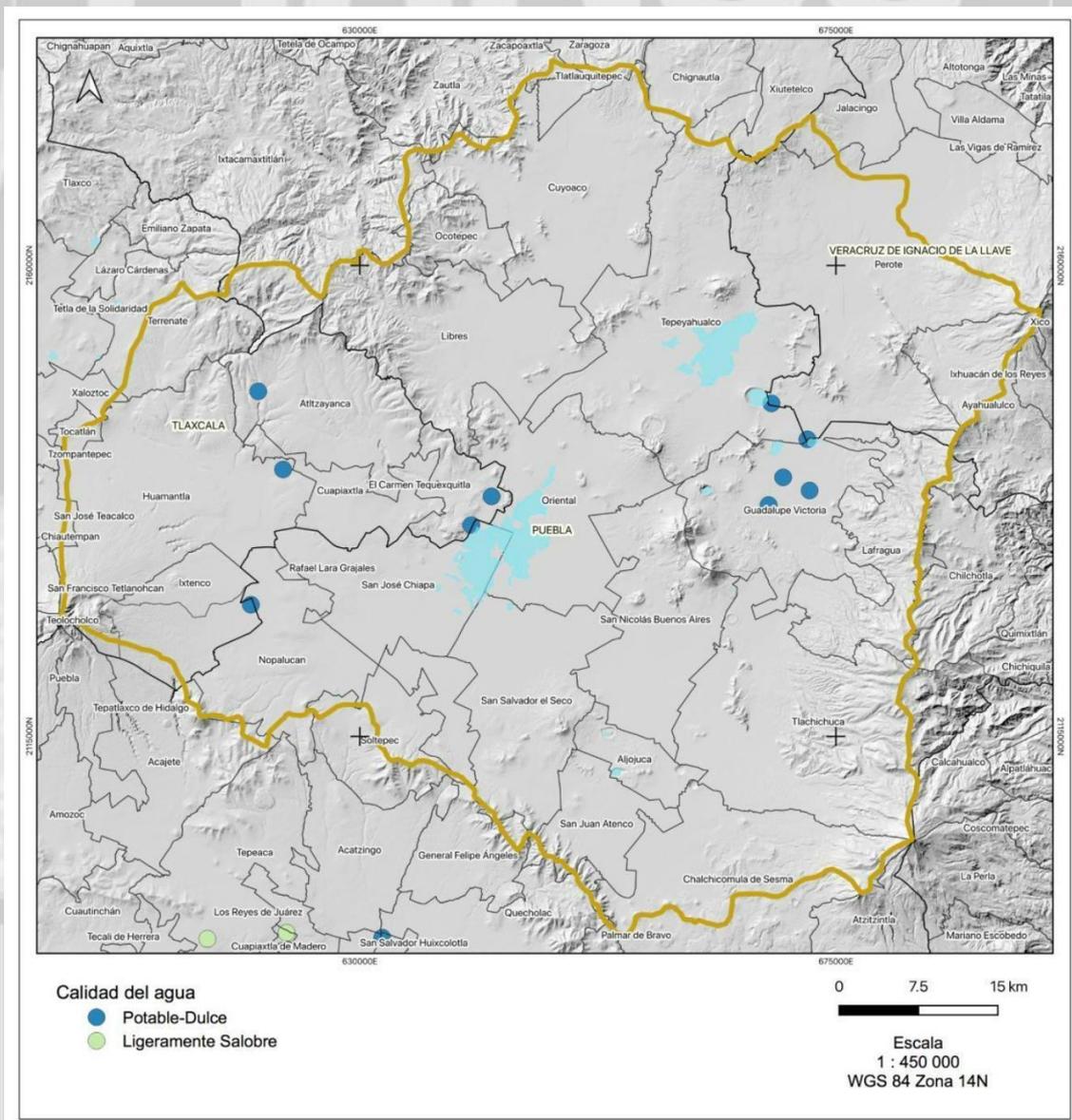
El monitoreo de la calidad del agua en la CRLO es sumamente deficiente. Si bien se han realizado algunos muestreos y análisis, estos han sido escasos y no han abarcado toda la CRLO, sino puntos específicos. De acuerdo con CONAGUA y SEMARNAT, entre 2012 y 2020 sólo se ha monitoreado la calidad del agua superficial de 3 sitios en la CRLO. Dichos sitios son: 1) Laguna Santiago Ovando (Nopalucan), 2) Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma aguas arriba (Rafael Lara Grajales) y 3) Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma aguas abajo (Rafael Lara Grajales).

De acuerdo con información solicitada mediante una consulta pública, los 3 sitios antes mencionados no cumplieron con los Indicadores de Calidad del Agua Superficial en los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes Fecales (CF), Escherichia coli (E_COLI), Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto (%OD) y Toxicidad (TOX).

Derivado de otra consulta de información pública que se realizó como parte de la presente investigación, SEMARNAT y CONAGUA respondieron que respecto a visitas, evaluaciones, estudios e inspecciones realizadas en las lagunas de oxidación de Granjas Carroll o Agroindustrias Unidas de México, no tienen registro alguno. La respuesta anterior puede significar dos cuestiones: 1) que efectivamente no se han realizado visitas de inspección en las lagunas de oxidación de Granjas Carroll, o bien, 2) que dichas dependencias gubernamentales evitan difundir dichas evaluaciones. Ambos casos son preocupantes, más al considerar el impacto ecológico de los desechos de las megagránjas.

Por otro lado, de acuerdo con la información cartográfica de CONAGUA disponible en su página oficial, a 2020 existe el registro de 10 puntos de medición de Sólidos Disueltos Totales (SDT) en la CRLO (2021). Según dicha fuente de información, los 10 puntos de medición indican que el agua se encuentra en rangos aceptables ya que está clasificada como potable-dulce (*ibíd.*). Véase Mapa 42. De esta manera, en este indicador no existe contradicción alguna respecto a la información antes expuesta, derivada de varias consultas de información pública.

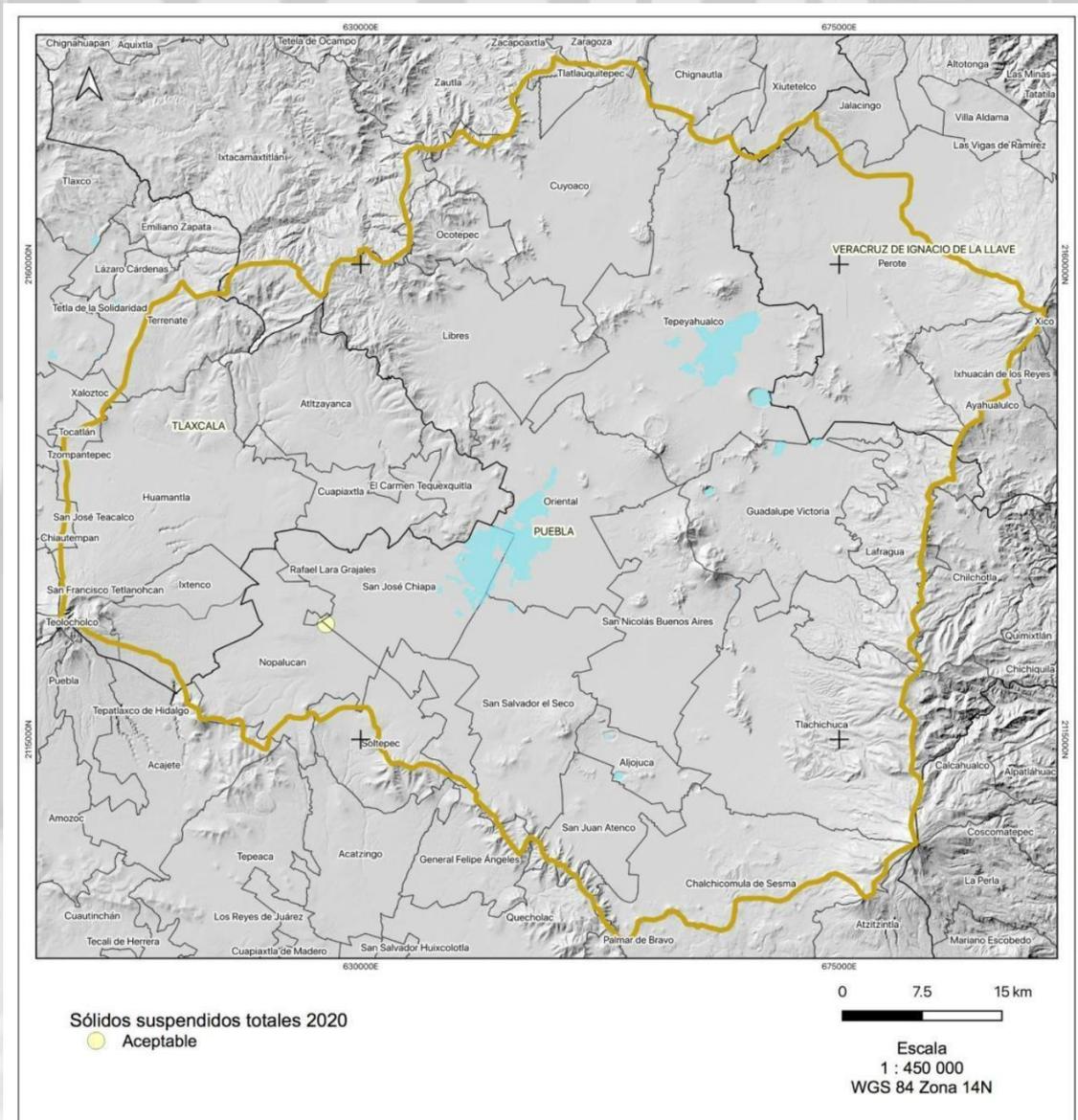
Mapa 42. Sólidos Disueltos Totales en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2021.

En cuanto a los Sólidos Suspendidos Totales (SST), a 2020 existe un punto de medición en toda la CRLO. Se trata de la Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma en San José Chiapa. De acuerdo con el Mapa 43, dicho punto se encuentra clasificado como aceptable (*Ibid.*). No obstante, la información anterior es opuesta a la que entregó CONAGUA a partir de solicitudes de información pública, las cuales señalan que la muestra tomada en la Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma no cumple con los requisitos para ser considerada aceptable. Lo anterior demuestra contradicciones en la información de CONAGUA.

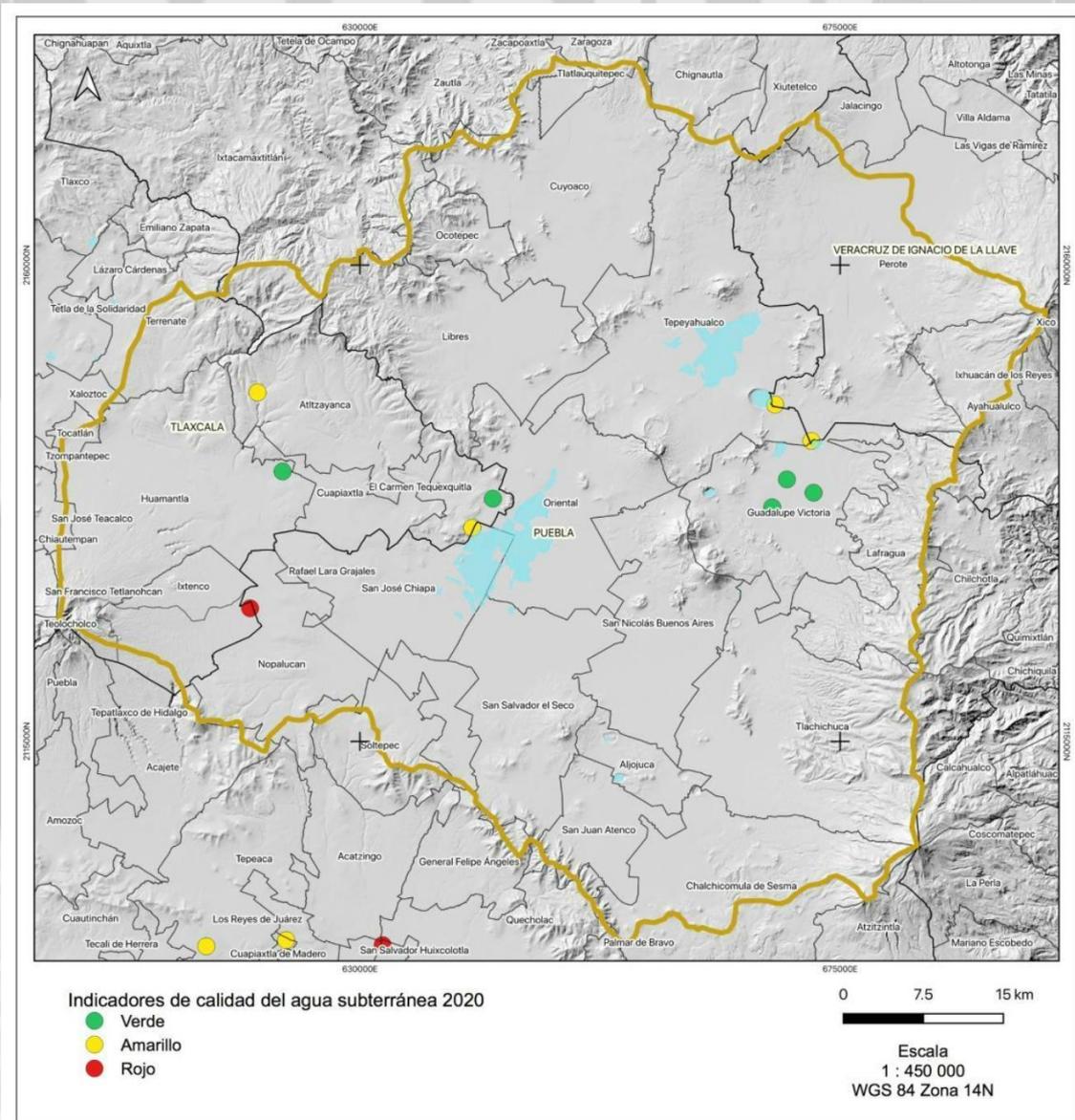
Mapa 43. Sólidos Suspendidos Totales en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2021.

Respecto a los indicadores de la calidad del agua subterránea, a 2020 existen 10 puntos de medición en la CRLO. Considerando el semáforo, 5 puntos son verdes (Huamantla, El Carmen Tequexquiltla, Guadalupe Victoria, Guadalupe Victoria y Guadalupe Victoria), 4 amarillos (El Carmen Tequexquiltla/alcalinidad indeseable, Atlzayanca/hierro, Perote/manganeso-hierro-dureza, Perote/hierro) y 1 rojo (Zitlaltepec/nitrógeno de nitratos) (*ibid.*). Cabe señalar que de acuerdo con los datos, ningún punto representa un riesgo para la salud (*ibid.*). Véase Mapa 44.

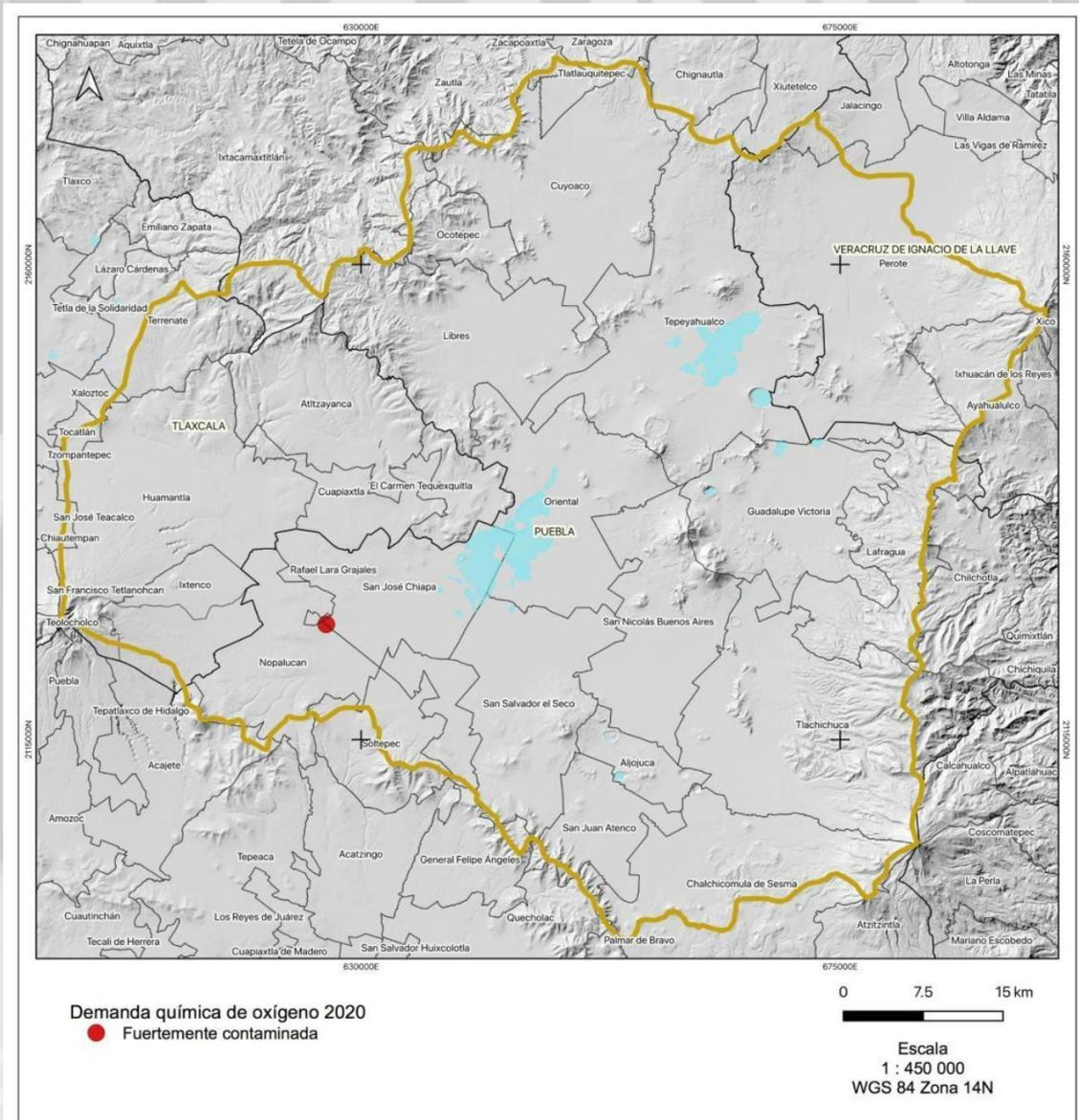
Mapa 44. Indicadores de calidad del agua subterránea en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2021.

Respecto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO), a 2020 existe un sólo punto de monitoreo ubicado en la Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma en San José Chiapa. Dicho punto tiene una DQO de 547.75 mg/l, valor que lo sitúa como fuertemente contaminado (CONAGUA, 2021). Es necesario mencionar que el dato anterior es acorde a la información entregada por la CONAGUA a través de diversas solicitudes de información pública. Véase Mapa 45.

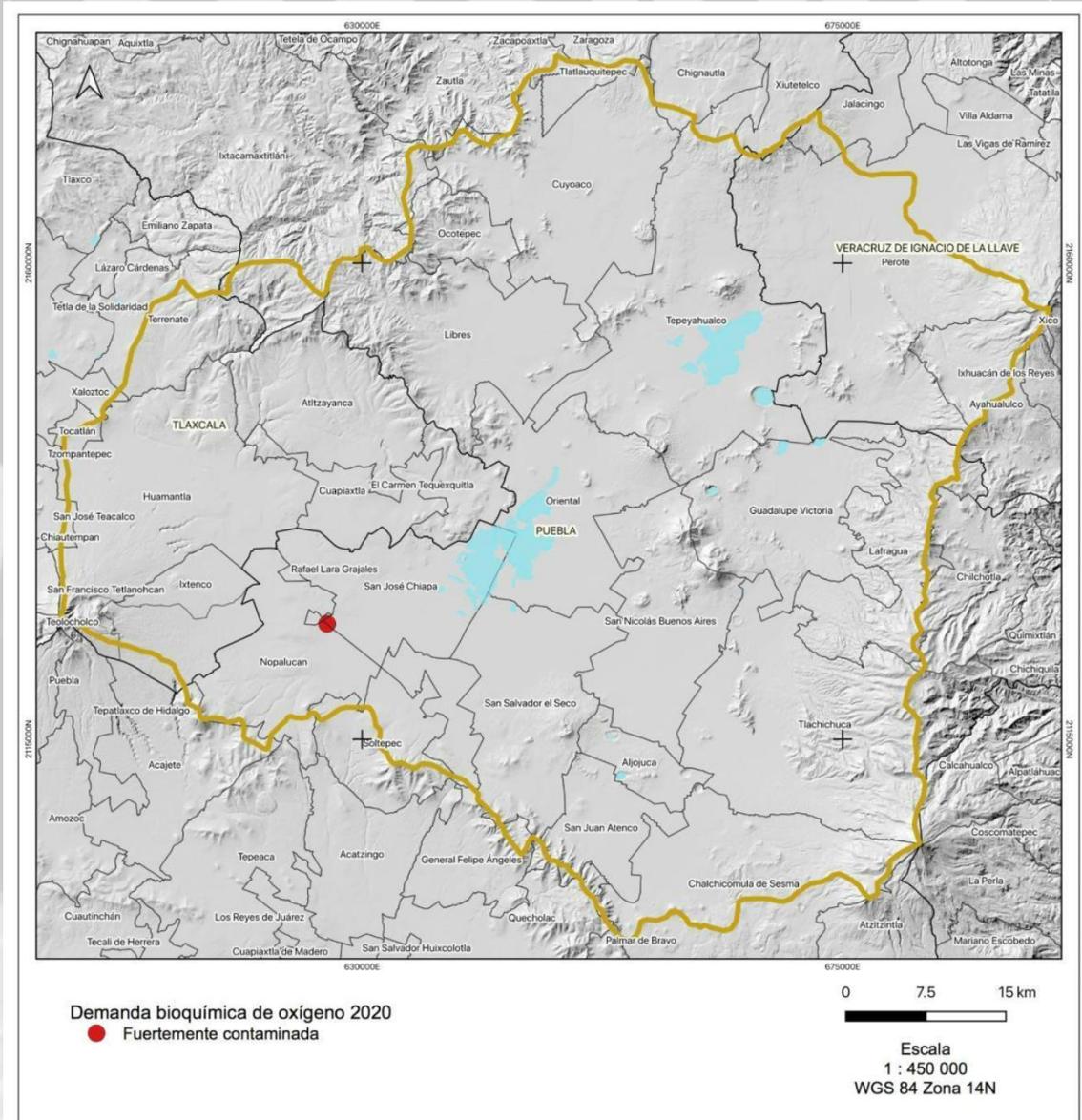
Mapa 45. Demanda Química de Oxígeno en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2021.

En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), para 2020 existe 1 sólo punto de monitoreo, en la Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, en San José Chiapa, el cual tiene 260 mg/l, valor que lo sitúa como fuertemente contaminado (*ibíd.*). El dato anterior es congruente con la información entregada por la CONAGUA a través de diversas solicitudes de información. Véase Mapa 46.

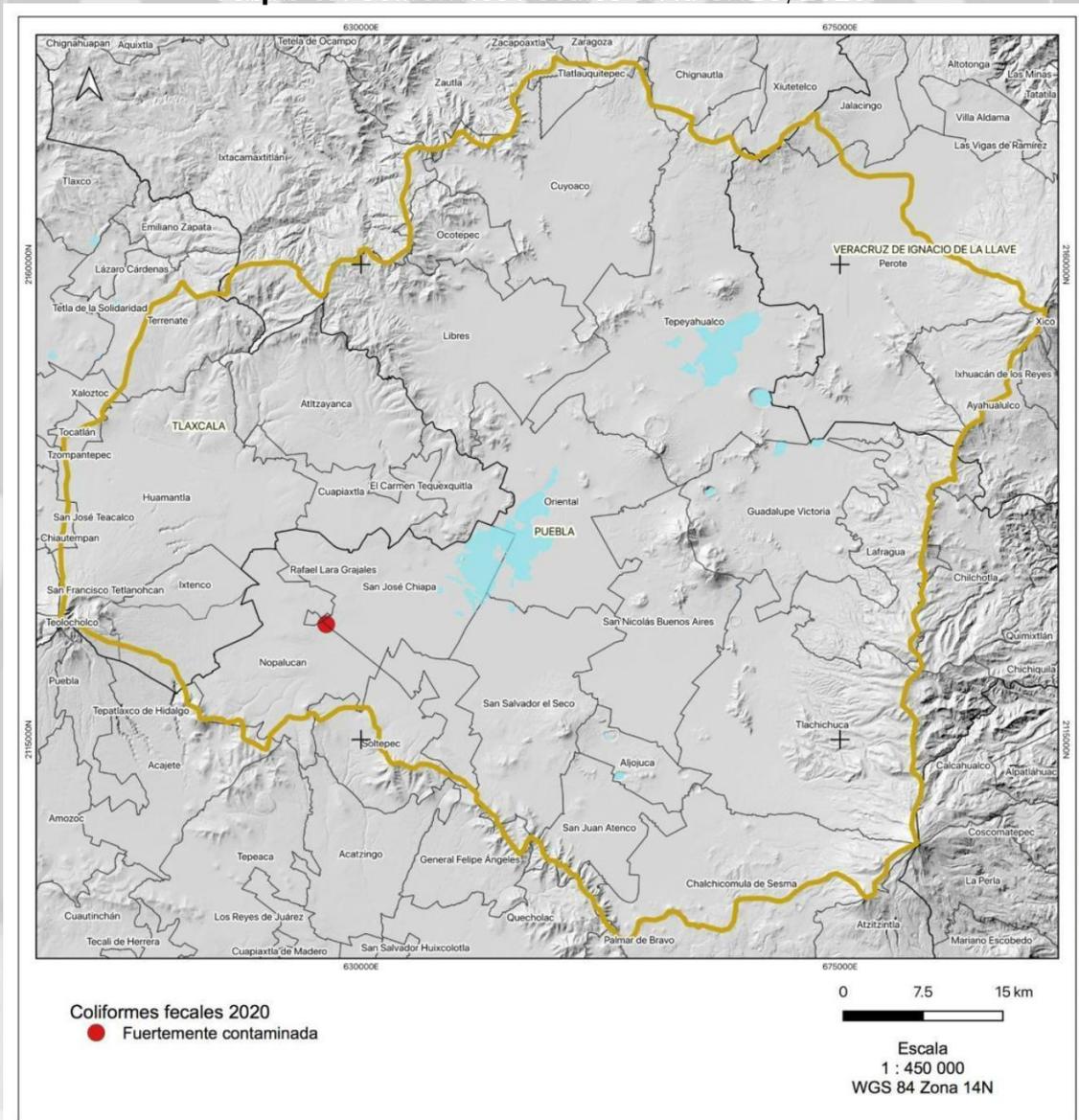
Mapa 46. Demanda Bioquímica de Oxígeno en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2021.

Finalmente, en relación a Coliformes Fecales, de igual manera, a 2020 existe un sólo punto de monitoreo en la CRLO localizado en la Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma en San José Chiapa, el cual tiene 24,000 NMP/100 ml, valor que lo clasifica como fuertemente contaminado (*ibíd.*). El dato anterior es acorde a la información entregada por la CONAGUA a través de diversas solicitudes de información pública. Véase Mapa 47.

Mapa 47. Coliformes Fecales en la CRLO, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA, 2021.

4.3 Áreas naturales protegidas

Como se observa en la Tabla 29 y en el Mapa 48, en la CRLO existen 3 Áreas Naturales Protegidas (ANP): Pico de Orizaba (sureste de la CRLO), Nauhcampatépetl (noreste de la CRLO) y Matlalcuéyatl (oeste de la CRLO). Dichas ANP coinciden con 3 importantes estructuras volcánicas, están catalogadas como parques nacionales y en su conjunto cubren un área de 77,392 has. No está de más mencionar que las 3 ANP son parte fundamental del funcionamiento de la CRLO ya que son importantes zonas que reciben grandes volúmenes de agua a partir de las precipitaciones.

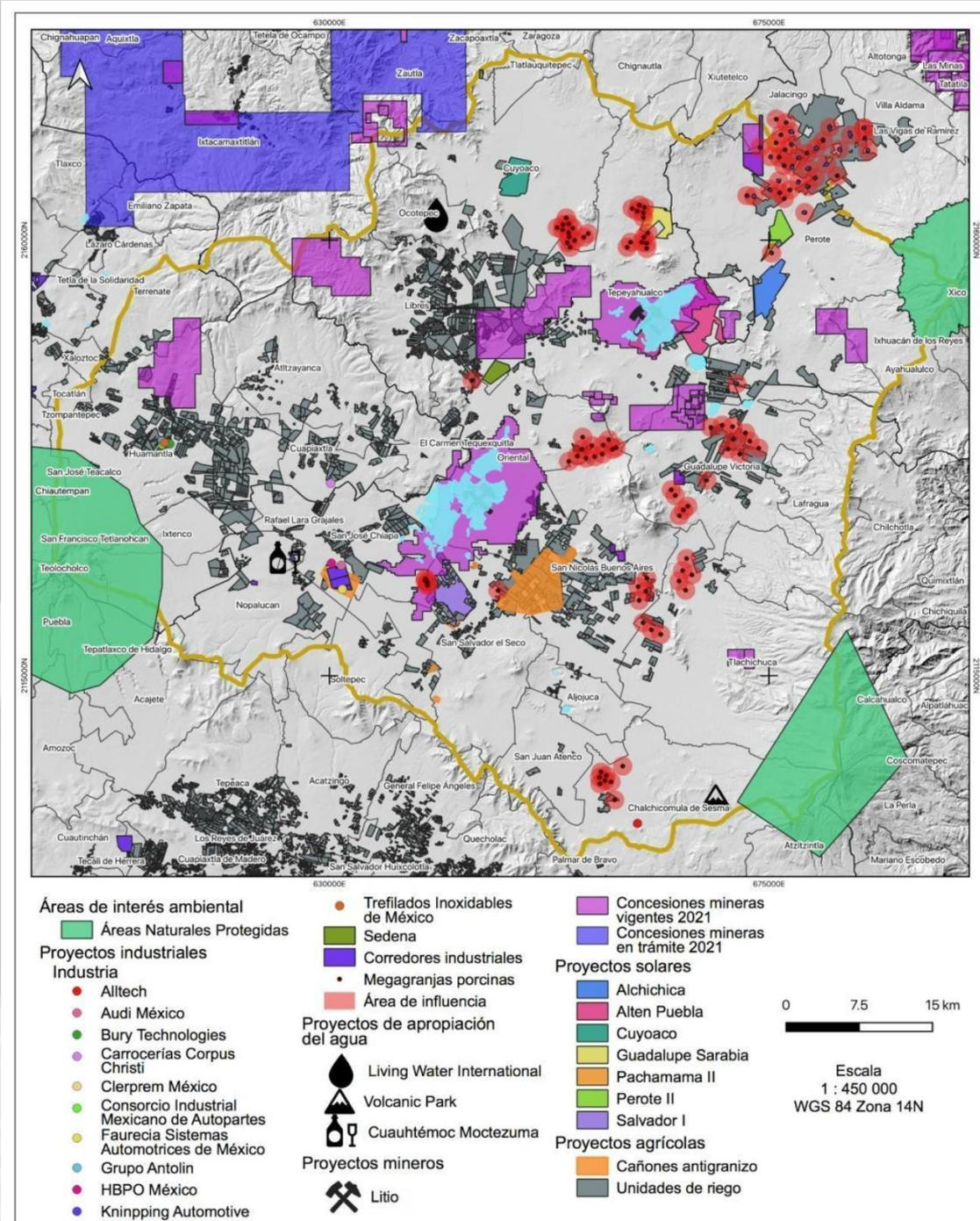
Tabla 29. Áreas Naturales Protegidas en la CRLO, 2021.

Nombre	Categoría	Municipio	Estado	Primera declaratoria	Superficie (has)
Pico de Orizaba	Parque nacional	Cacahualco y La Perla (Veracruz) y Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma y Atzitzintla (Puebla)	Veracruz y Puebla	1937	19,750
Cofre de Perote o Nauhcampat épetl	Parque nacional	Perote, Ayahualulco, Ixthuacon de los Reyes y Xico	Veracruz	1937	11,530
La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl	Parque nacional	Acuamanala de Miguel Hidalgo, Chiautempan, Contla de Juan Cuamatzi, Huamantla, Ixtenco, Mazatecochco de José María Morelos, San Francisco Tetlanohcan, San José Teacalco, San Pablo del Monte y Teolochochco (Tlaxcala).	Tlaxcala y Puebla	1938	46,112
Total					77,392

Fuente: elaboración propia.

En este caso particular, no existen impactos directos de los proyectos extractivos e industriales respecto a las ANP ya que estas últimas se encuentran localizadas en la parte con mayor altitud de la CRLO, en zonas en las que no existen infraestructuras extractivas o industriales. No obstante, como se aprecia en el Mapa 48, en el caso de la Malintzin, existe un progresivo acercamiento territorial por parte de la industria. Sumado a lo anterior, existen otros problemas vinculados con enfermedades de árboles y la tala ilegal. Esta última, en algunos casos, ligada a grupos criminales.

Mapa 48. Áreas Naturales Protegidas en la CRLO, 2022.



Fuente: elaboración propia.

4.4 Humedales

Respecto a los humedales, en la CRLO existen varios. Destacan el Lago El Salado y Totolcingo, ubicados en la planicie central de la CRLO. Los axalapascos (cráteres lagunas) son Alchichica, San Luis Atexcac, La Preciosa (De las Minas), Quechulac, Aljojuca y San Miguel Tecuitlapa. Estos últimos, también se encuentran en los valles centrales de la CRLO, en las zonas con menos altitud. Véase Mapa 49.

Los impactos ambientales de la industria extractiva que opera en la región respecto a los axalapascos y los lagos son significativos, entre otras cuestiones, debido a la

biodiversidad tan particular y singular que albergan, así como a su importancia ecosistémica en la CRLO.

Por ejemplo, en el caso de Alchichica, esta laguna tiene una importancia ecosistémica central debido a sus características únicas de salinidad, su potencialidad como sumidero de dióxido de carbono y su anillo de estromatolitos. Este último está conformado por estructuras sedimentarias formadas por cianobacterias y carbonato de calcio, las cuales son consideradas como uno de los registros de vida más antiguos en el planeta que realizan fotosíntesis, fijación de carbono, liberación de oxígeno y filtración de nutrientes. Además, son fuente de alimento y refugio para otros organismos.

Sumado a lo anterior, y como se verá más adelante, la Laguna de Alchichica alberga una gran cantidad de especies endémicas y microendémicas. Entre las especies endémicas destaca el ajolote y el charal de Alchichica, ambas con un estatus de sujetas a protección especial y amenazada, respectivamente.

En el Mapa 49 es posible observar que varios proyectos mineros (entre ellos los de litio), solares, megagránjas porcinas y unidades de riego son adyacentes a los axalapascos y lagos de la CRLO. En el caso particular de los lagos Totolcingo y El Salado, existe un traslape territorial con proyectos mineros, solares y unidades de riego. Es de llamar la atención el traslape territorial existente entre los lagos antes mencionados y los sitios donde se presume existen significativos recursos de litio.



Tabla 30. Áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en la CRLO, 2011.

Municipio	Estado	Áreas
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Conservación Producción Restauración
San Juan Atenco	Puebla	Producción
Aljojuca	Puebla	Producción
San Salvador el Seco	Puebla	Producción Conservación Restauración
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Producción Conservación
Soltepec	Puebla	Producción Conservación Restauración
San José Chiapa	Puebla	Conservación Producción
Rafaél Lara Grajales	Puebla	
Oriental	Puebla	Conservación Producción
Libres	Puebla	Producción Conservación Restauración
Cuyoaco	Puebla	Producción Restauración
Ocoatepec	Puebla	Producción Conservación Restauración
Tepeyahualco	Puebla	Producción Conservación
Tlachichuca	Puebla	Conservación Producción Restauración
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Producción Conservación
Guadalupe Victoria	Puebla	Producción Conservación
Lafragua	Puebla	Producción Conservación
Nopalucan	Puebla	Producción Conservación

		Restauración
Huamantla	Tlaxcala	Conservación Producción
Ixtenco	Tlaxcala	Conservación Producción
Zitlaltépec	Tlaxcala	Conservación Producción
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Producción Conservación
Alzayanca	Tlaxcala	Producción Conservación
Cuapixtla	Tlaxcala	Producción
Tocatlán	Tlaxcala	Producción
Perote	Veracruz	Producción Conservación Restauración
Ayahualulco	Veracruz	Producción Restauración Conservación

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Cómo se observa en el Mapa 50, las áreas con importancia para la conservación coinciden territorialmente con las áreas de mayor altitud (zonas montañosas) y con las zonas donde se encuentran los lagos centrales (Totolcingo y El Salado) y el conjunto de axalapascos.

Respecto a las principales áreas con importancia para la restauración se encuentran pequeñas zonas en Chalchicomula de Sesma, Tlachichuca, Ocotepéc, Perote, Ayahualulco y Libres. En relación a las zonas con importancia para la producción, cabe decir que estas están distribuidas prácticamente en todos los municipios, excepto en Rafael Lara Grajales. Véase Mapa 50.

Derivado de la situación anterior, es manifiesto que el desarrollo y la expansión territorial de la industria extractiva en la CRLO está impactando de manera negativa en áreas con importancia para la conservación, restauración y producción. Esta problemática podría agudizarse de mantenerse el avance territorialmente expansivo de la gran industria en la CRLO.

4.6 Áreas elegibles para la conservación

La presión que ejerce la territorialización extractiva e industrial sobre áreas de importancia ambiental es más profunda al contemplar que múltiples proyectos coinciden territorialmente con áreas elegibles para la conservación ambiental. Véase Tabla 31 y Mapa 51.

Tabla 31. Áreas elegibles para la conservación en la CRLO, 2014.

Municipio	Estado	Áreas elegibles
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Si
San Juan Atenco	Puebla	Si
Aljojuca	Puebla	Si
San Salvador el Seco	Puebla	No
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	No
Soltepec	Puebla	Si
San José Chiapa	Puebla	No
Rafaél Lara Grajales	Puebla	No
Oriental	Puebla	No
Libres	Puebla	Si
Cuyoaco	Puebla	No
Ocotepec	Puebla	No
Tepeyahualco	Puebla	No
Tlachichuca	Puebla	Si
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Si
Guadalupe Victoria	Puebla	Si
Lafragua	Puebla	Si
Nopalucan	Puebla	Si
Huamantla	Tlaxcala	Si
Ixtenco	Tlaxcala	Si
Zitlaltépec	Tlaxcala	Si

El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	No
Altzayanca	Tlaxcala	Si
Cuapiaxtla	Tlaxcala	No
Tocatlán	Tlaxcala	Si
Perote	Veracruz	Si
Ayahualulco	Veracruz	Si

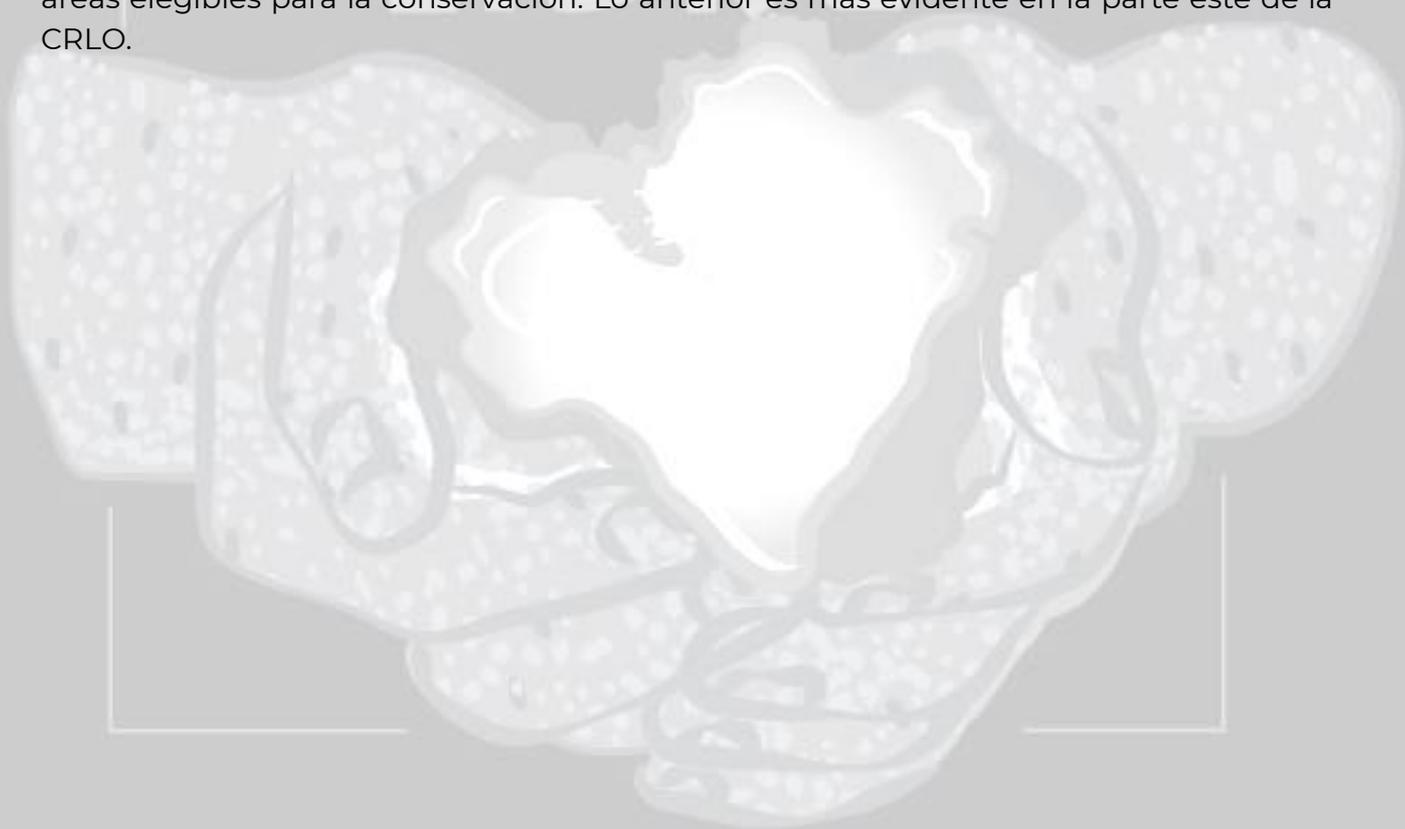
Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Como lo muestra el Mapa 51, la zona con más áreas elegibles se encuentra en el límite este de la CRLO, en la zona conformada por Chalchicomula de Sesma, Tlachichica, Lafragua, Ayahualulco y Perote. Otra zona importante se ubica en el límite oeste, en el área de la Malintzin, la cual está conformada por Huamantla, Ixtenco y Zitlaltépec de Trinidad Santos. Estas dos zonas son las más relevantes.

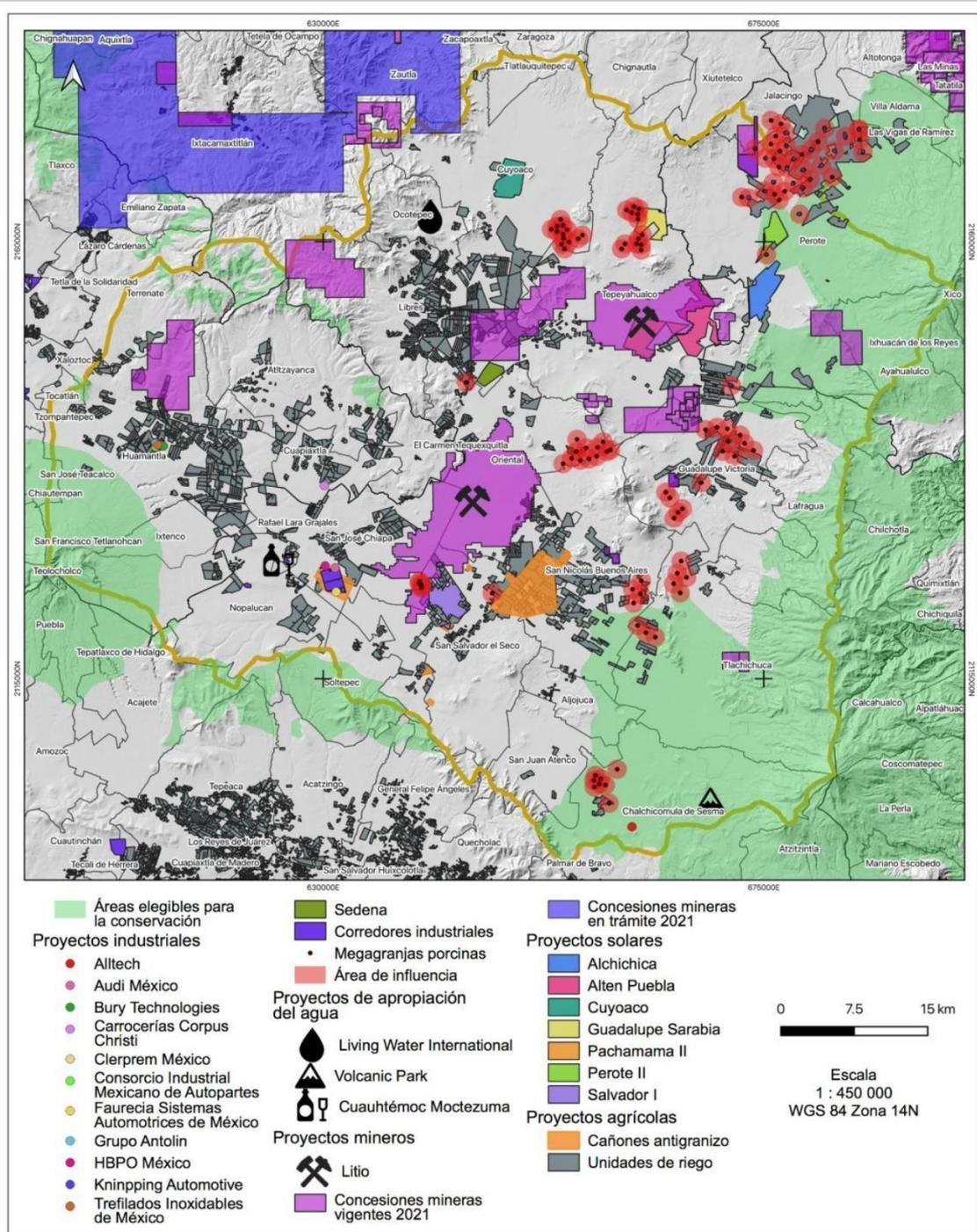
La tercera zona se encuentra al sur de la CRLO, en la sierra de Soltepec, en una zona conformada por Soltepec y Nopalucan. Finalmente, la cuarta zona se encuentra en la zona montañosa que existe entre Libres y Altzayanca.

Como se observa, prácticamente todas las áreas elegibles para la conservación se encuentran en zonas montañosas, en las partes con mayor altitud de la cuenca, especialmente en aquellas aledañas a los siguientes volcanes: Citlaltépetl, Cofre de Perote y Malintzin.

En el Mapa 51 es posible apreciar que parte de la superficie territorial ocupada por megagranjas porcinas, concesiones mineras y parques solares coincide con grandes áreas elegibles para la conservación. Lo anterior es más evidente en la parte este de la CRLO.



Mapa 51. Presión de los proyectos extractivos sobre áreas elegibles para la conservación en la CRLO, 2014.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

4.7 Grado de polinización

En la Tabla 32 y en el Mapa 52 se aprecia que, en general, los municipios de la CRLO presentan grados medios y bajos de polinización. En realidad, el único municipio de la cuenca que tiene un grado de polinización medio es Oriental. En el caso de San Salvador el Seco, San José Chiapa, Rafael Lara Grajales, Libres, Ocotepc, Cuyoaco, Tlachichuca y Lafragua, presentan un grado de polinización bajo. Los municipios restantes tienen un grado de polinización muy bajo.

Tabla 32. Grado de polinización en la CRLO, 2006.

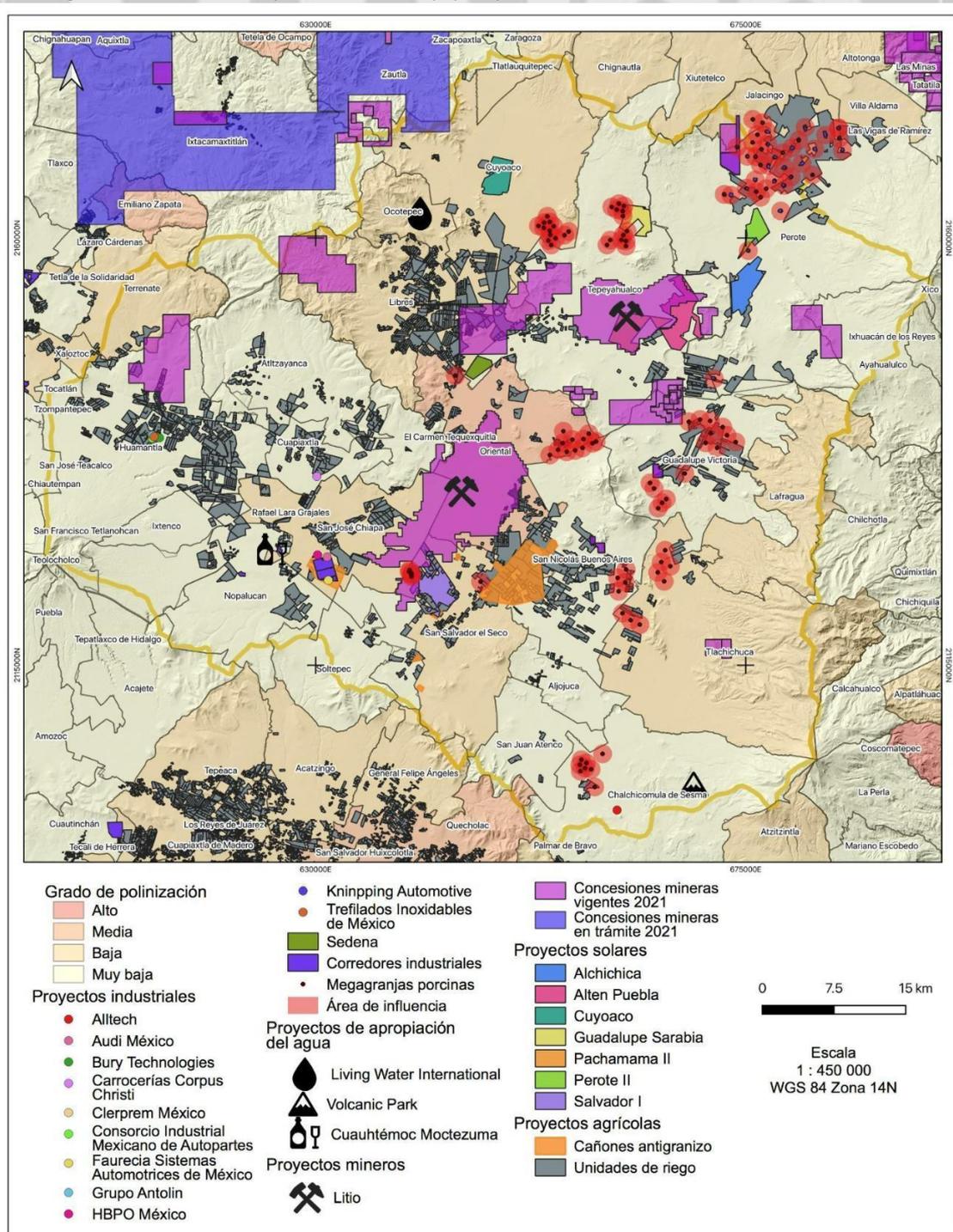
Municipio	Estado	Grado
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Muy bajo
San Juan Atenco	Puebla	Muy bajo
Aljojuca	Puebla	Muy bajo
San Salvador el Seco	Puebla	Bajo
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Muy bajo
Soltepec	Puebla	Muy bajo
San José Chiapa	Puebla	Bajo
Rafaél Lara Grajales	Puebla	Bajo
Oriental	Puebla	Medio
Libres	Puebla	Bajo
Cuyoaco	Puebla	Bajo
Ocoatepec	Puebla	Bajo
Tepeyahualco	Puebla	Muy bajo
Tlachichuca	Puebla	Bajo
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Muy bajo
Guadalupe Victoria	Puebla	Muy bajo
Lafragua	Puebla	Bajo
Nopalucan	Puebla	Muy bajo
Huamantla	Tlaxcala	Muy bajo
Ixtenco	Tlaxcala	Muy bajo
Zitlaltépec	Tlaxcala	Muy bajo
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Muy bajo
Alzayanca	Tlaxcala	Muy bajo
Cuapiaxtla	Tlaxcala	Muy bajo
Tocatlán	Tlaxcala	Muy bajo
Perote	Veracruz	Muy bajo
Ayahualulco	Veracruz	Muy bajo

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

En el Mapa 52 se observa que diversos proyectos industriales, militares, automotrices, concesiones mineras, megagránjas porcinas, parques solares y otros proyectos de

apropiación del agua (como los cañones antigranizo) coinciden territorialmente con los municipios que presentan los mayores grados de polinización en toda la CRLO. Al respecto, hace falta valorar la importancia ecosistémica y ambiental de la polinización en la CRLO.

Mapa 52. Grado de polinización y proyectos extractivos en la CRLO, 2006.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

4.8 Degradación del suelo

En la Tabla 33 y el Mapa 53 se aprecia que en la CRLO existen grados ligeros y moderados respecto a la degradación del suelo. Para mayor detalle véase Tabla 33.

Tabla 33. Degradación del suelo en la CRLO.

Municipio	Estado	Grado de degradación
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Ligero Moderado
San Juan Atenco	Puebla	Ligero
Aljojuca	Puebla	Ligero
San Salvador el Seco	Puebla	Ligero Moderado
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Ligero
Soltepec	Puebla	Ligero
San José Chiapa	Puebla	Ligero
Rafaél Lara Grajales	Puebla	Ligero
Oriental	Puebla	Ligero Moderado
Libres	Puebla	Ligero Moderado
Cuyoaco	Puebla	Ligero Moderado
Ocoatepec	Puebla	Ligero Moderado
Tepeyahualco	Puebla	Ligero Moderado
Tlachichuca	Puebla	Ligero Moderado
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Ligero Moderado
Guadalupe Victoria	Puebla	Moderado
Lafragua	Puebla	Moderado
Nopalucan	Puebla	Ligero
Huamantla	Tlaxcala	Ligero Moderado
Ixtenco	Tlaxcala	Ligero Moderado
Zitlaltépec	Tlaxcala	Ligero
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Ligero Moderado
Alzayanca	Tlaxcala	Ligero

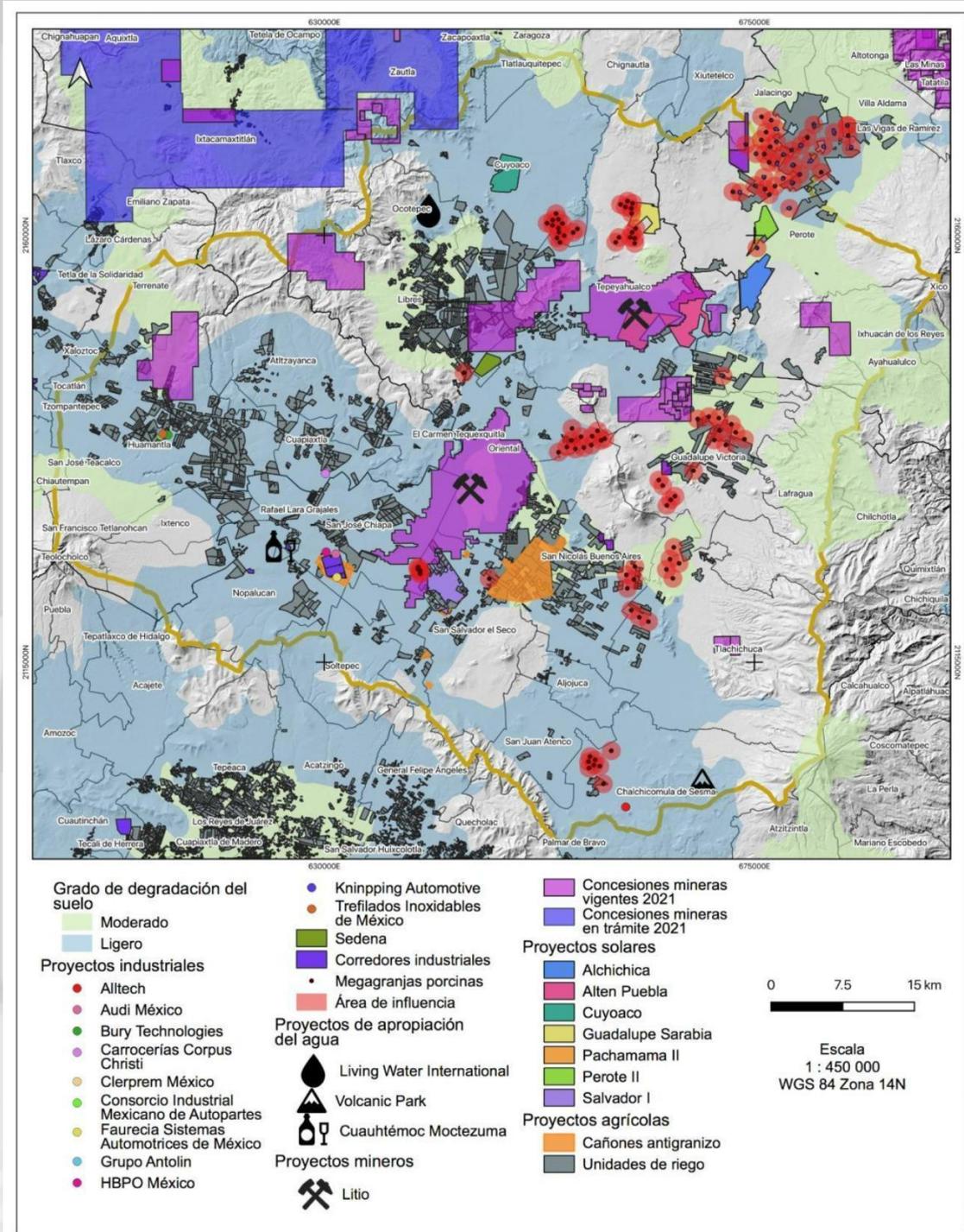
Cuapiaxtla	Tlaxcala	Ligero
Tocatlán	Tlaxcala	Ligero
Perote	Veracruz	Ligero Moderado
Ayahualulco	Veracruz	Ligero Moderado

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Como se aprecia en el Mapa 53, existe una estrecha relación espacial entre las áreas con moderada degradación del suelo y las unidades de riego. Esto ya que, como en el caso de las zonas San Salvador el Seco-San Nicolás Buenos Aires, Libres-Oriental, Tepeyahualco-Guadalupe Victoria y Perote, las unidades de riego que se encuentran en dicha zonas están asociadas a un tipo de agricultura intensivo, en el que se utilizan paquetes tecnológicos con múltiples herbicidas, fungicidas, semillas mejoradas y fertilizantes. Es suma, se trata de las zonas donde se concentra la agricultura intensiva y tóxica.

Por otra parte, es posible apreciar que varios proyectos mineros, industriales (militares, automotrices, etcétera), megarganjas porcinas y parques solares coinciden territorialmente con las áreas de moderada y ligera degradación del suelo. Es evidente que en caso de que se profundice la expansión territorial de la industria extractiva en la cuenca, esto provocará una profundización de los procesos de degradación de suelo. veáse Mapa 53.

Mapa 53. Degradación del suelo y proyectos extractivos en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

4.9 Sitios terrestres prioritarios para la conservación de la biodiversidad

Los sitios con prioridad extrema para la conservación de la biodiversidad en la CRLO se ubican fundamentalmente en Perote, Tlachichuca y Chalchicomula de Sesma. Respecto a los principales sitios con prioridad alta para la conservación de la biodiversidad, estos se encuentran en Huamantla, Ixtenco, Zitlaltepec de Trinidad Santos, Alzayanca, Libres, Ocoatepec, Cuyoaco y Tlachichuca. Y en el caso de los principales sitios con prioridad media para la conservación de la biodiversidad, estos se ubican en Tepayahualco, Perote, Libres, Cuyoaco y Huamantla. Véase Tabla 34 y Mapa 54.

Tabla 34. Áreas terrestres prioritarias para la conservación de la biodiversidad en la CRLO.

Municipio	Estado	Prioridad
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Extrema
San Juan Atenco	Puebla	Sin dato
Aljojuca	Puebla	Sin dato
San Salvador el Seco	Puebla	Sin dato
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Sin dato
Soltepec	Puebla	Sin dato
San José Chiapa	Puebla	Sin dato
Rafaél Lara Grajales	Puebla	Sin dato
Oriental	Puebla	Media
Libres	Puebla	Alta Media
Cuyoaco	Puebla	Alta Media
Ocoteppec	Puebla	Alta
Tepeyahualco	Puebla	Alta Media
Tlachichuca	Puebla	Sin dato
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Sin dato
Guadalupe Victoria	Puebla	Sin dato
Lafragua	Puebla	Alta
Nopalucan	Puebla	Sin dato
Huamantla	Tlaxcala	Alta Media
Ixtenco	Tlaxcala	Alta
Zitlaltépec	Tlaxcala	Alta
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Sin dato
Alzayanca	Tlaxcala	Alta
Cuapiaxtla	Tlaxcala	Sin dato
Tocatlán	Tlaxcala	Media
Perote	Veracruz	Extrema Alta

		Media
Ayahualulco	Veracruz	Media

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Como se observa en el Mapa 54, los principales sitios con una prioridad extrema para la conservación de la biodiversidad están estrechamente relacionados con zonas volcánicas de gran altitud y los principales sitios con una prioridad alta para la conservación de la biodiversidad están vinculados directamente con zonas montañosas.

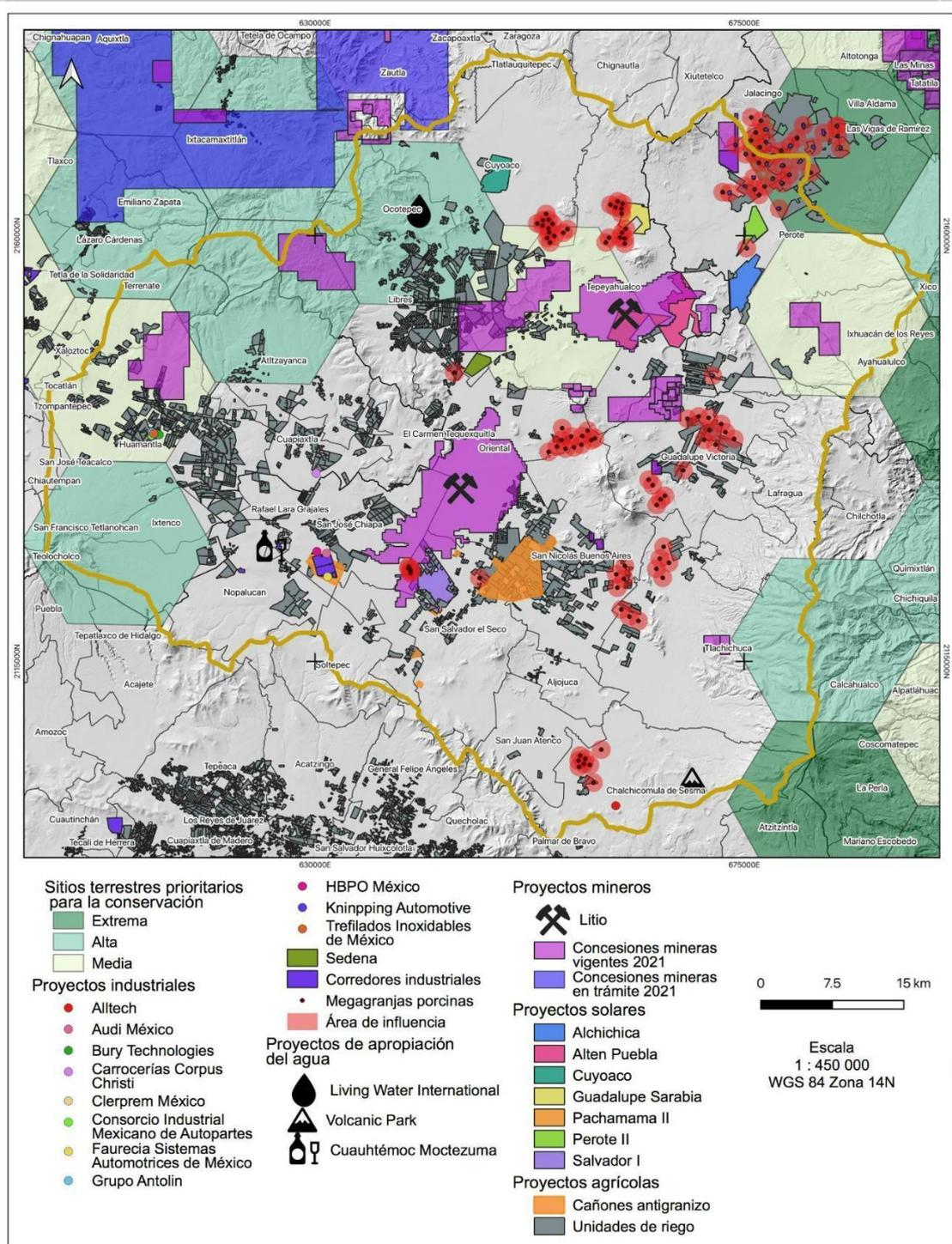
Se aprecia que en la región de Perote, las megagranjas porcinas, los proyectos industriales y las unidades de riego coinciden territorialmente con un área terrestre de extrema importancia para la conservación de la biodiversidad. En el corredor que va Alzayanca hasta Cuyoaco, pasando por Libres, las unidades de riego, los proyectos mineros y los proyectos de apropiación del agua coinciden territorialmente con 2 áreas terrestres de alta importancia para la conservación de la biodiversidad. Véase Mapa 54.

En el caso de la zona de Tepeyahualco, diversos proyectos mineros, unidades de riego, megagranjas porcinas, parques solares y proyectos industriales-militares coinciden territorialmente con un área terrestre de importancia media para la conservación de la biodiversidad. Algo similar ocurre en la zona de Huamantla, donde múltiples unidades de riego, proyectos industriales y concesiones mineras coinciden territorialmente con un área terrestre de importancia media para la conservación de la biodiversidad.

LIBRE



Mapa 54. Áreas terrestres prioritarias para la conservación de la biodiversidad y proyectos extractivos en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

4.10 Sitios acuáticos epicontinentales prioritarios para la conservación de la biodiversidad

Los principales sitios acuáticos epicontinentales prioritarios para la conservación de la biodiversidad se localizan al este de la Malintzin (Huamantla, Ixtenco y Zitlaltepec de Trinidad de Juárez) y en el área circundante al Citlaltépetl (Chalchicomula de Sesma y Tlachichuca), al Cofre de Perote y a los lagos centrales que cubren partes de Tepeyahualco, Oriental, Guadalupe Victoria y San José Chiapa. Véase Mapa 55.

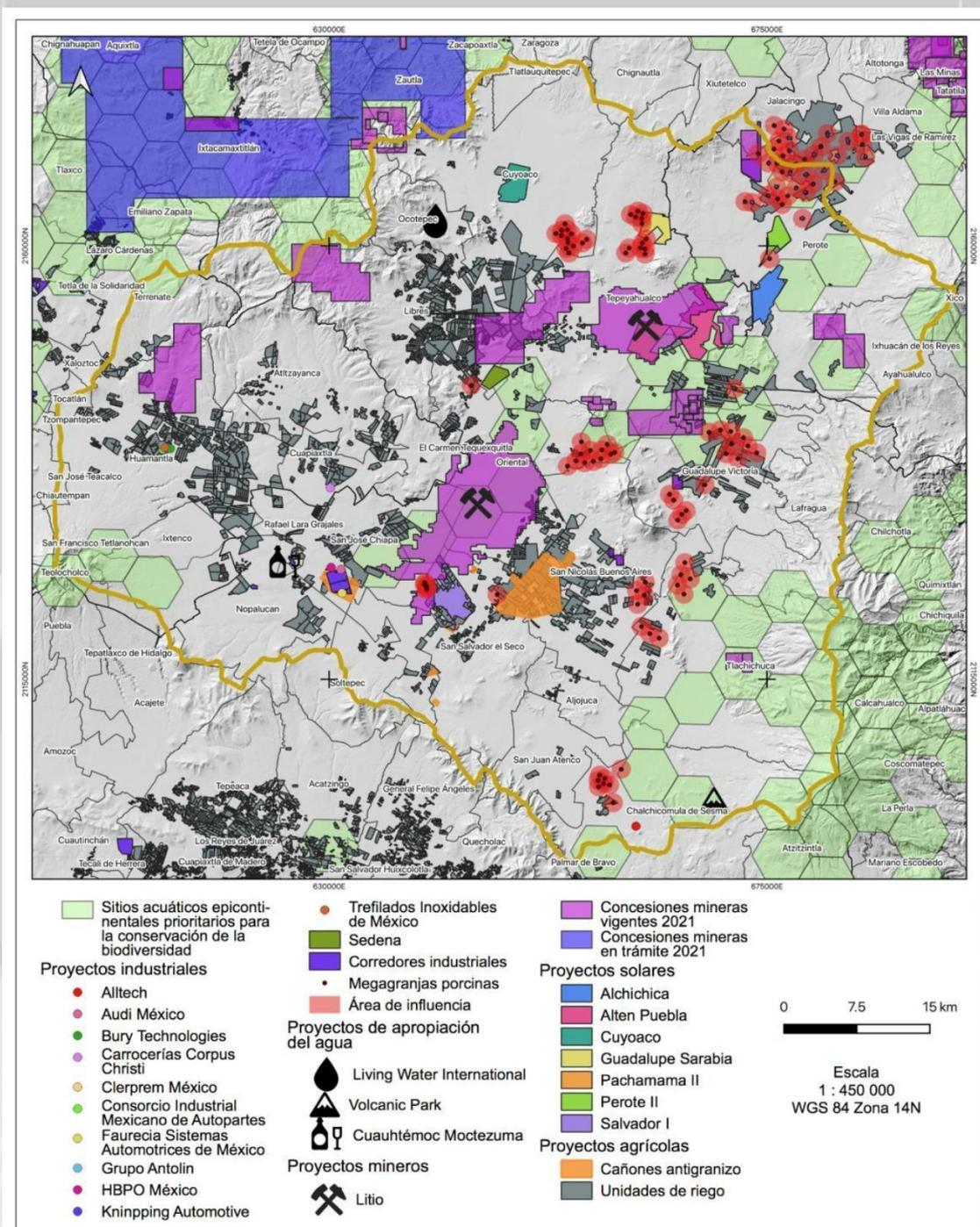
Como se aprecia, los principales sitios acuáticos epicontinentales prioritarios para la conservación se localizan en las zonas de mayor altitud de la CRLO (zonas glaciares y montañosas) y en las zonas de menor altitud, específicamente al centro de la cuenca, zona en la que se forman lagos estacionales (CONABIO, 2021). Dichos sitios acuáticos epicontinentales, como ya se dijo, albergan una gran biodiversidad.

Gran parte de la superficie de los principales sitios acuáticos epicontinentales prioritarios para la conservación coinciden territorialmente con varios proyectos extractivos e industriales. En las partes montañosas, los principales sitios acuáticos epicontinentales prioritarios para la conservación coinciden territorialmente con algunos polígonos de concesiones mineras. No obstante, la superposición territorial ocurre sobre todo en la parte de menor altitud de la CRLO, en las planicies de la cuenca, zona donde los principales sitios acuáticos epicontinentales prioritarios para la conservación se superponen con unidades de riego, megagranjas porcinas, parques solares, proyectos industriales y concesiones mineras. Véase Mapa 55.

LIBRE



Mapa 55. Sitios acuáticos epicontinentales prioritarios para la conservación de la biodiversidad y proyectos extractivos en la CRLO.



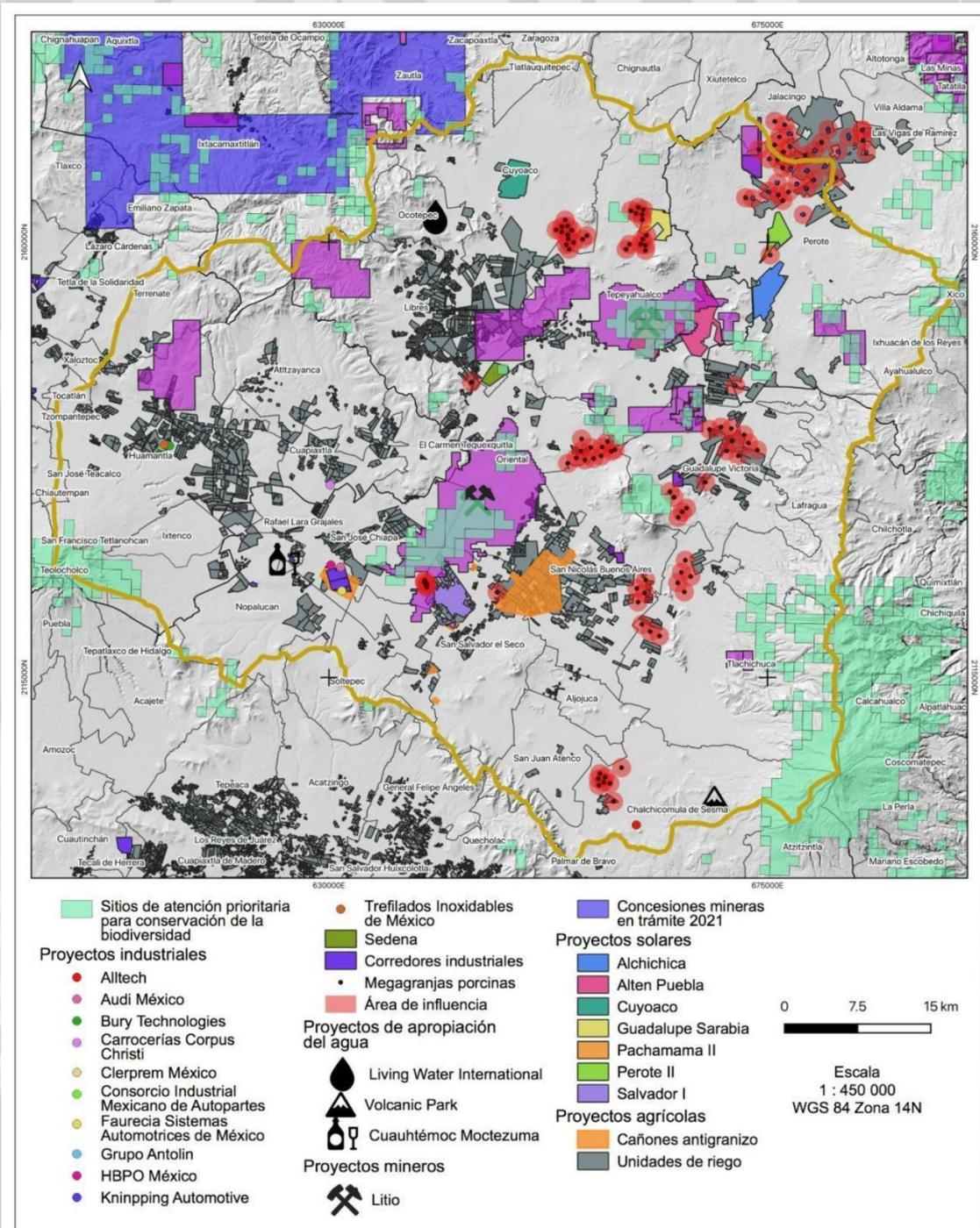
Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

4.11 Sitios de atención prioritaria para conservación de la biodiversidad

Los principales sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad en la CRLO se localizan al noreste de la Malintzin (Huamantla, Ixtenco y Zitlaltepec de Trinidad de Juárez), el Citlaltépetl (Chalchicomula de Sesma y Tlachichuca), el Cofre de Perote, los lagos centrales que cubren partes de Tepeyahualco, Oriental, Guadalupe Victoria y San José Chiapa y la zona montañosa que cubre parte de Altzayanca, Libres, Ocotepéc y Cuyoaco (CONABIO, 2021). Véase Mapa 56.

Algunos de los principales sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad coinciden territorialmente con megagranjas porcinas, parques solares y concesiones mineras. Esta superposición territorial ocurre sobre todo en las partes más bajas de la CRLO, específicamente en las zonas asociadas a los lagos intermitentes. Lo anterior se traduce en afectaciones a la zona de menor altitud de la CRLO, zona donde se encuentran lagos que resguardan una gran biodiversidad. Véase Mapa 56.

Mapa 56. Sitios de atención prioritaria para conservación de la biodiversidad y proyectos extractivos en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

4.12 Regiones terrestres prioritarias

Como se observa en la Tabla 35 y en el Mapa 57, las 2 regiones terrestres prioritarias que cubren parte del territorio de la CRLO son La Malintzin y la zona entre el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote. Dichas regiones se encuentran en las áreas volcánicas de mayor altitud de la CRLO, en las cuales es posible aún encontrar pequeñas extensiones de glaciario, uno de los biomas en peligro de desaparecer en México debido a diversos factores, entre ellos, el cambio climático.

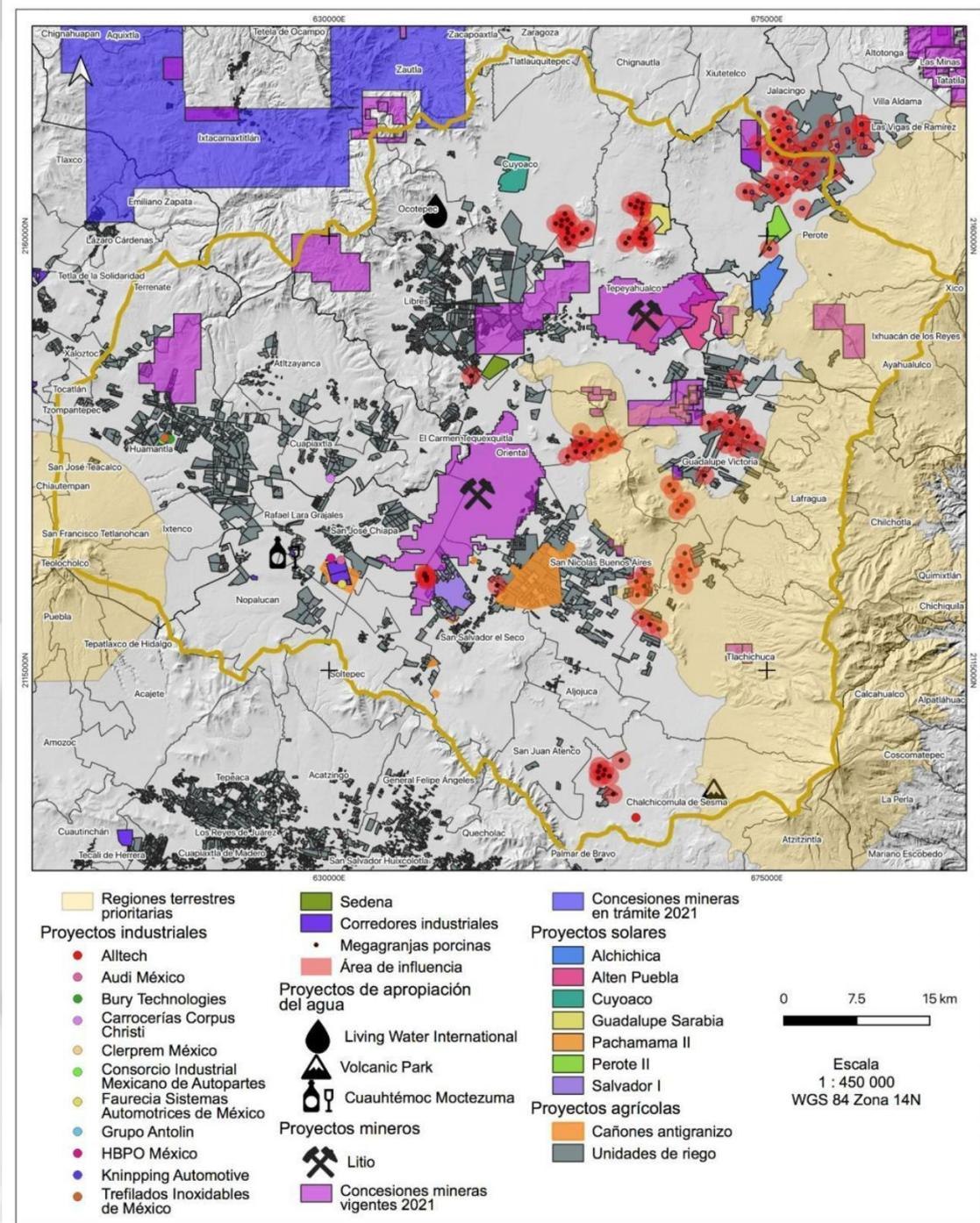
Tabla 35. Regiones terrestres prioritarias en la CRLO.

Región terrestre prioritaria	Municipios
Pico de Orizaba-Cofre de Perote	Chalchicomula de Sesma, Tlachichuca, Lafragua, Guadalupe Victoria, San Nicolás Buenos Aires, Tepeyahualco, Oriental, Ayahualulco y Perote.
La Malinche	Huamantla, Ixtenco y Zitlaltépec.

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

En el Mapa 57 se observa que existe una superposición territorial entre las regiones terrestres prioritarias y concesiones mineras, megagranjas porcinas y unidades de riego. Las afectaciones de los proyectos extractivos e industriales respecto a las regiones terrestres prioritarias no son tan marcadas ya que estas últimas se encuentran en zonas de gran altitud, en las cuales no existen entramados industriales. No obstante, como se aprecia en el Mapa 57, existen posibles afectaciones en la zona entre San Nicolás Buenos Aires, Guadalupe Victoria y Tlachichuca, en el este de la CRLO.

Mapa 57. Regiones terrestres prioritarias y proyectos extractivos en la CRLO.



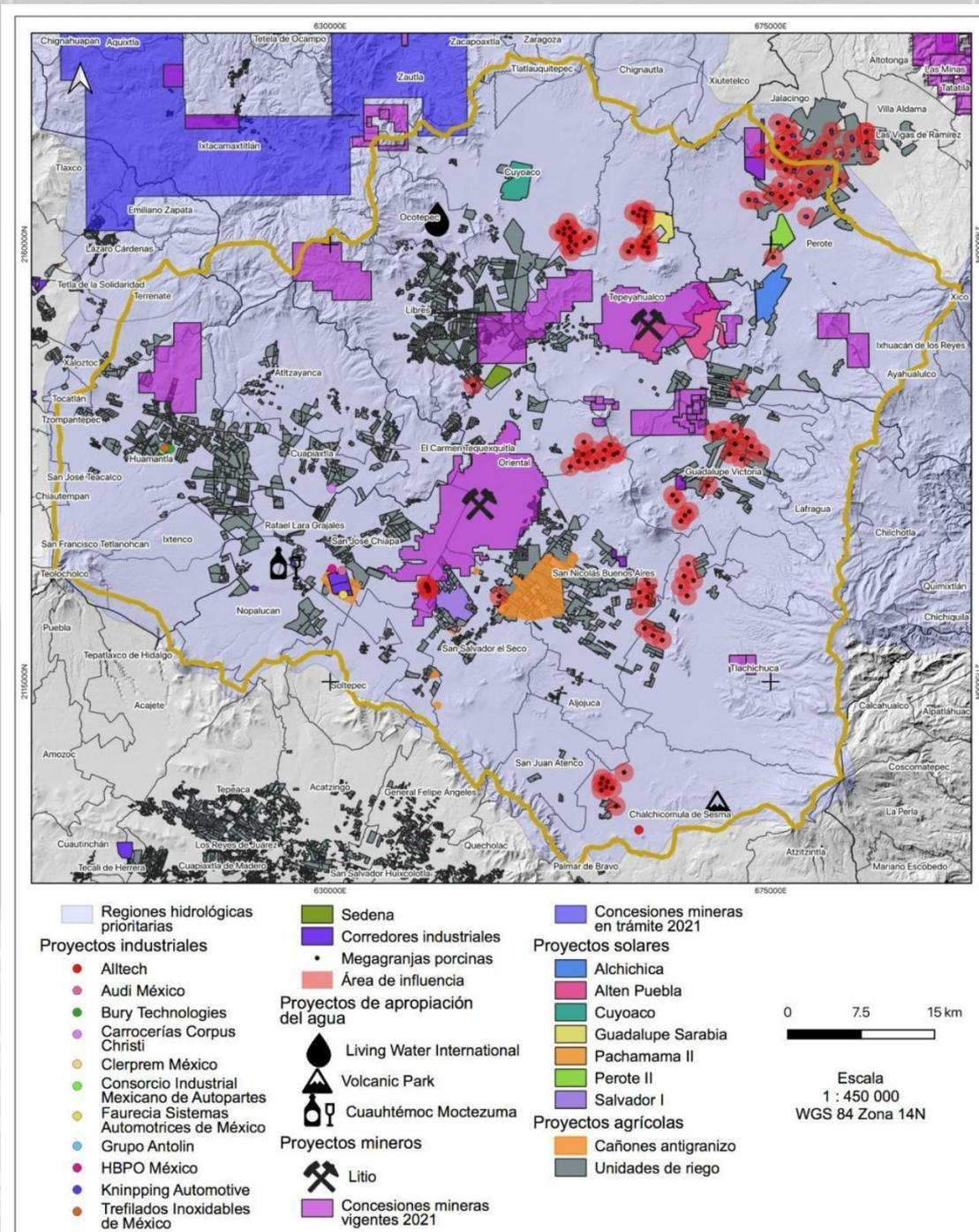
Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

4.13 Regiones hidrológicas prioritarias

Todos los municipios se encuentran dentro de la CRLO, en tanto región hidrológica prioritaria (CONABIO, 2021). Como se ha expuesto a lo largo de la presente investigación, existe una superposición territorial entre la CRLO como región hidrológica prioritaria y diversos proyectos industriales (militares, automotrices), megagranjas porcinas, unidades de riego, parques solares, concesiones mineras, uso de cañones antigranizo y proyectos de apropiación del agua. La situación anterior se traduce en una serie de impactos ecológicos a nivel hidrológico, muchos de ellos asociados al cambio en el uso de suelo. Y es que como se mencionó antes, en las últimas décadas se ha venido teniendo de manera progresiva un entramado de infraestructuras extractivas e

industriales, algunas de las cuales generaran significativas afectaciones ambientales. Véase Mapa 55.

Mapa 58. La CRLO como región hidrológica prioritaria y proyectos extractivos.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

4.14 Áreas naturales protegidas estatales

Con excepción de las ANP federales, existen 2 ANP estatales en la CRLO. La primera, llamada San Antonio Totalco, tiene la categoría de reserva ecológica, se localiza en Perote y su decreto se formalizó en 2016 (véase Tabla 36). En este caso, la superficie de la ANP no se superpone con ningún proyecto extractivo o industrial. Sin embargo, está

rodeada de proyectos solares, unidades de riego y megagranjas porcinas. Véase Mapa 59.

La segunda ANP se llama Lagos de Tepeyahualco y Guadalupe, tiene la categoría de parque estatal, fue decretada en 2018 y está situada en Tepeyahualco y Guadalupe Victoria, como su nombre lo indica. Como se aprecia en el Mapa 59, en la superficie de dicha ANP existen proyectos mineros (entre ellos los de litio), megagranjas porcinas, parques solares, y unidades de riego. A pesar de ser una ANP, existen concesiones mineras. Lo anterior resulta sumamente preocupante dada la importancia ecosistémica de dicha zona. Véase Tabla 36 y Mapa 59.

Tabla 36. Áreas naturales protegidas estatales en la CRLO, 2020.

ANP	Decreto	Categoría	Tipo	Municipio
San Antonio Limón Totalco	2016	Reserva ecológica	Estatad	Perote
Lagos de Tepeyahualco y Guadalupe Victoria	2018	Parque estatal	Estatad	Tepeyahualco y Guadalupe Victoria

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y SMADSOT, 2022.

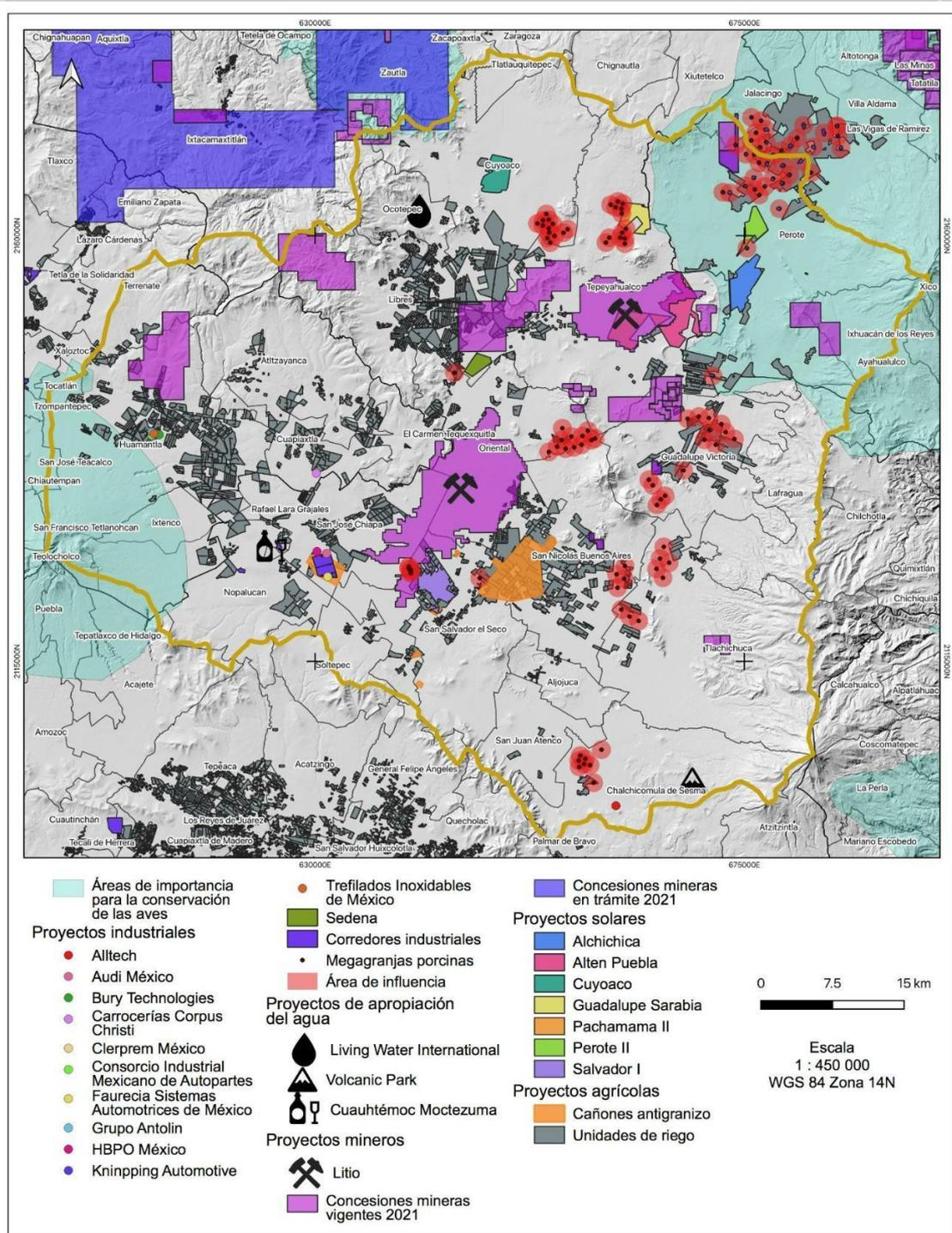
Tabla 37. Áreas de importancia para la conservación de las aves en la CRLO, 2015.

AICA	Municipios	Estado
La Malinche	Tocatlán, Huamantla, Ixtenco, Zitlaltépec y Nopalucan	Tlaxcala y Puebla
Bosques Montanos de Zacapoaxtla y Zautla	Cuyoaco	Puebla
Centro de Veracruz	Perote, Ayahualulco y Lafragua	Veracruz y Puebla

Fuente: elaboración propia con base en CONABIO, 2021.

En el Mapa 60 se observa que existe una superposición territorial entre las áreas de importancia para la conservación de las aves existentes en la CRLO y diversos proyectos tales como megagranjas porcinas, parques solares, unidades de riego y concesiones mineras. Esto es más notorio en la zona de Perote, al noreste de la CRLO. A partir de dicho traslape territorial, es posible advertir posibles afectaciones a las aves, sobre todo por parte de las concesiones mineras (en caso de estar en fase de explotación) y las megagranjas porcinas.

Mapa 60. Áreas de importancia para la conservación de las aves y proyectos extractivos en la CRLO, 2015.



Fuente: elaboración propia con base en CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

4.16 Especies endémicas

Es posible que la territorialización de los proyectos extractivos e industriales en la CRLO impacte de manera directa en la vida de numerosas especies endémicas existentes en la región, las cuales forman parte del patrimonio biocultural de CRLO.

En la Tabla 38 se presenta el número de especies endémicas por municipio. Se aprecia que los municipios de la CRLO con mayor número de especies endémicas son Perote (416), Tepeyahualco (174), Chalchicomula de Sesma (116), Oriental (95) y Huamantla (94).

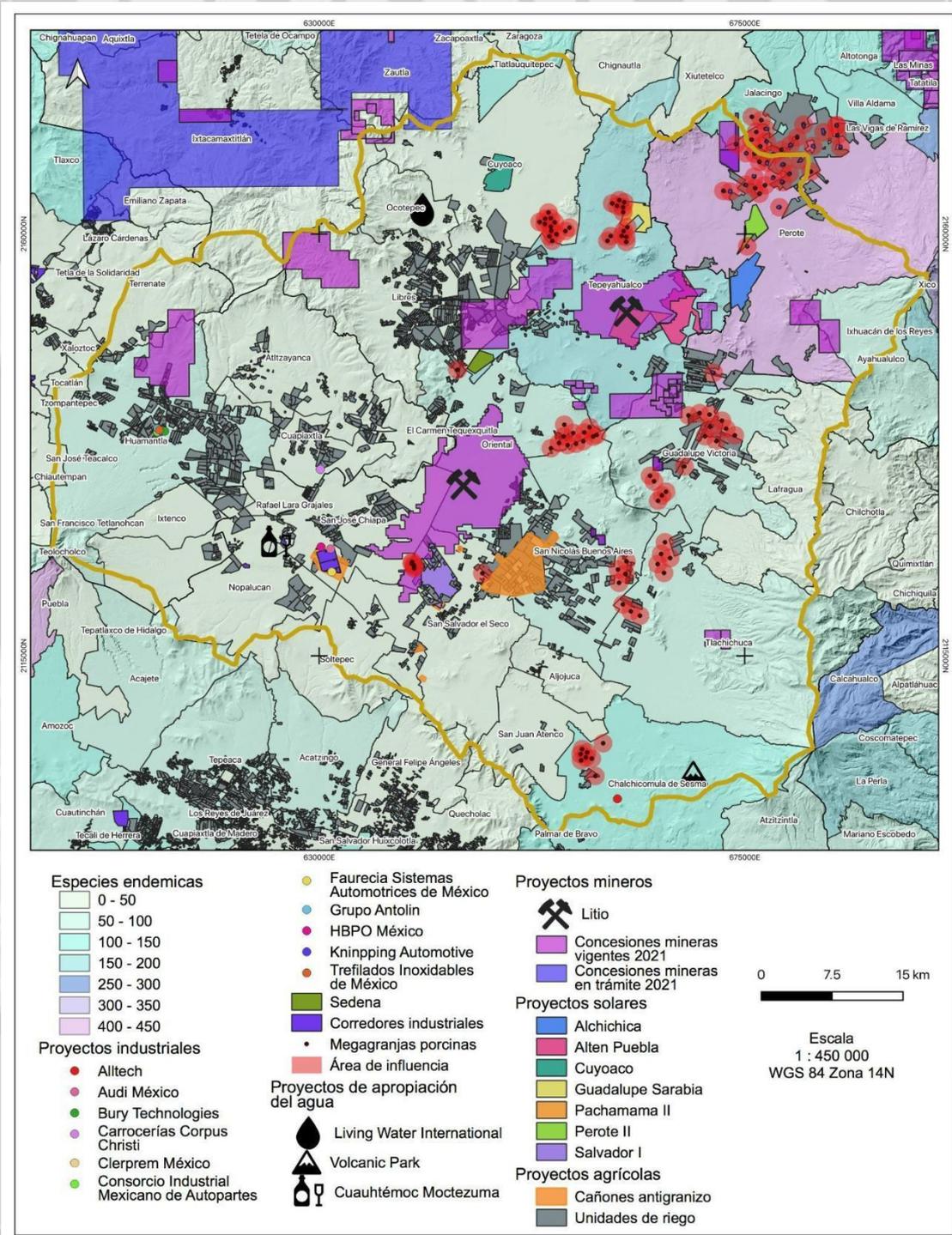
Tabla 38. Especies endémicas en la CRLO.

Municipio	Estado	Especies endémicas
Chalchicomula de Sesma	Puebla	116
San Juan Atenco	Puebla	12
Aljojuca	Puebla	23
San Salvador el Seco	Puebla	41
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	30
Soltepec	Puebla	27
San José Chiapa	Puebla	20
Rafaél Lara Grajales	Puebla	1
Oriental	Puebla	95
Libres	Puebla	24
Cuyoaco	Puebla	20
Ocotepc	Puebla	11
Tepeyahualco	Puebla	174
Tlachichuca	Puebla	82
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	53
Guadalupe Victoria	Puebla	84
Lafragua	Puebla	10
Nopalucan	Puebla	29
Huamantla	Tlaxcala	94
Ixtenco	Tlaxcala	21
Zitlaltépec	Tlaxcala	16
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	43
Alzayanca	Tlaxcala	31
Cuapixtla	Tlaxcala	23
Tocatlán	Tlaxcala	3
Perote	Veracruz	416
Ayahualulco	Veracruz	77

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

En el Mapa 61 se observa que existe una superposición territorial entre los municipios de la CRLO con mayor número de especies endémicas y múltiples proyectos extractivos e industriales. En Perote existen megagranjas porcinas, parques solares y concesiones mineras. En Tepeyahualco hay megagranjas porcinas, parques solares, concesiones mineras y un proyecto industrial-militar. En Chalchicomula de Sesma existen megagranjas porcinas y un proyecto de apropiación del agua (Volcanic Park). En el caso de Oriental, existen un rastro de Granjas Carroll y diversas concesiones mineras.

Mapa 61. Especies endémicas y proyectos extractivos en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

4.17 Especies SNIB

En la CRLO existe una gran diversidad de especies, entre ellas de reptiles, peces y mamíferos. A continuación se muestran algunas de las principales especies existentes en el municipio de Libres, así como su coincidencia territorial respecto a diversos proyectos extractivos en la CRLO. Debido a la gran cantidad de especies existentes en la CRLO, se decidió restringir la información al caso de Libres. Véase Tabla 39.

Tabla 39. Reptiles en Libres, Puebla.

Especie	Nombre común	Clasificación
<i>Crotalus ravus</i>	Cascabel pigmea mexicana	Amenazada
<i>Sceloporus mucronatus mucronatus</i>	Lagartija espinosa de grieta	Sin dato
<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante	Sujeta a protección especial
<i>Sceloporus grammicus</i>	Chintete	Sujeta a protección especial

Fuente: CONABIO, 2021.

En el caso de los reptiles, es habitual que las personas puedan observarlos, especialmente los campesinos. En las parcelas campesinas es posible encontrar las especies de reptiles antes mencionadas y otras más. En la Fotografía 9 se observa una *barisia imbricata*, mejor conocida como “escorpión”, la cual fue encontrada en una parcela campesina.

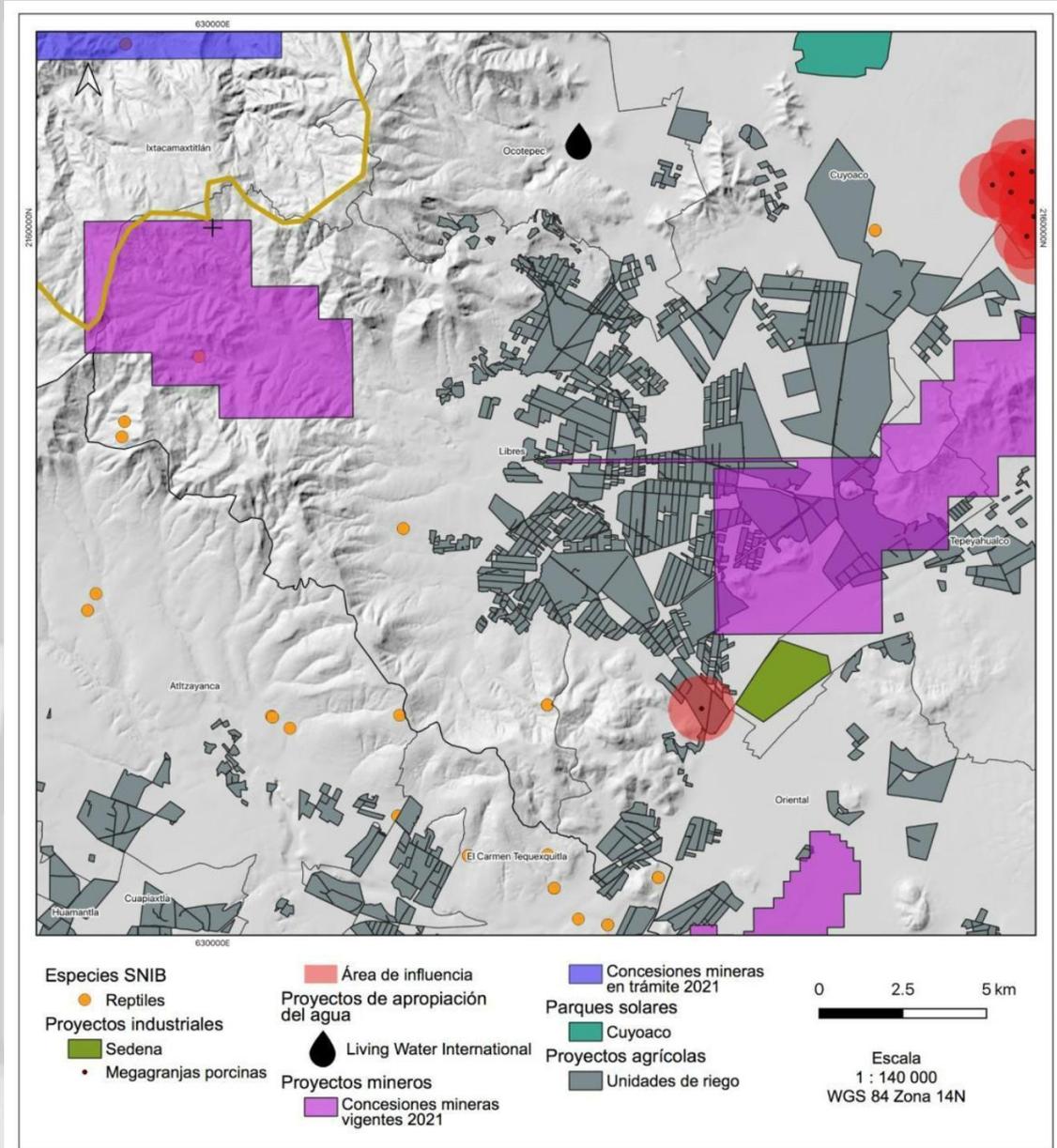


Fotografía 9. *Barisia imbricata* en una milpa en San Salvador el Seco, 2021.



Fuente: elaboración propia.

Mapa 62. Reptiles y proyectos extractivos en Libres, Puebla.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

En el caso de las especies de peces, de acuerdo con datos de la CONABIO, existe la especie *chirostoma jordani*, mejor conocida como charal del Río Lerma (véase Tabla 40 y Mapa 63). Dicha especie está asociada a los lagos existentes en la CRLO, los cuales albergan cada vez menos peces, de acuerdo con diversos pobladores. En algunos casos, los peces han desaparecido completamente de dichos cuerpos de agua.

Tabla 40. Peces en Libres, Puebla.

Especie	Nombre común	Clasificación
Chirostoma jordani	Charal del Río Lerma	Sin dato

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Tabla 41. Mamíferos en Libres, Puebla.

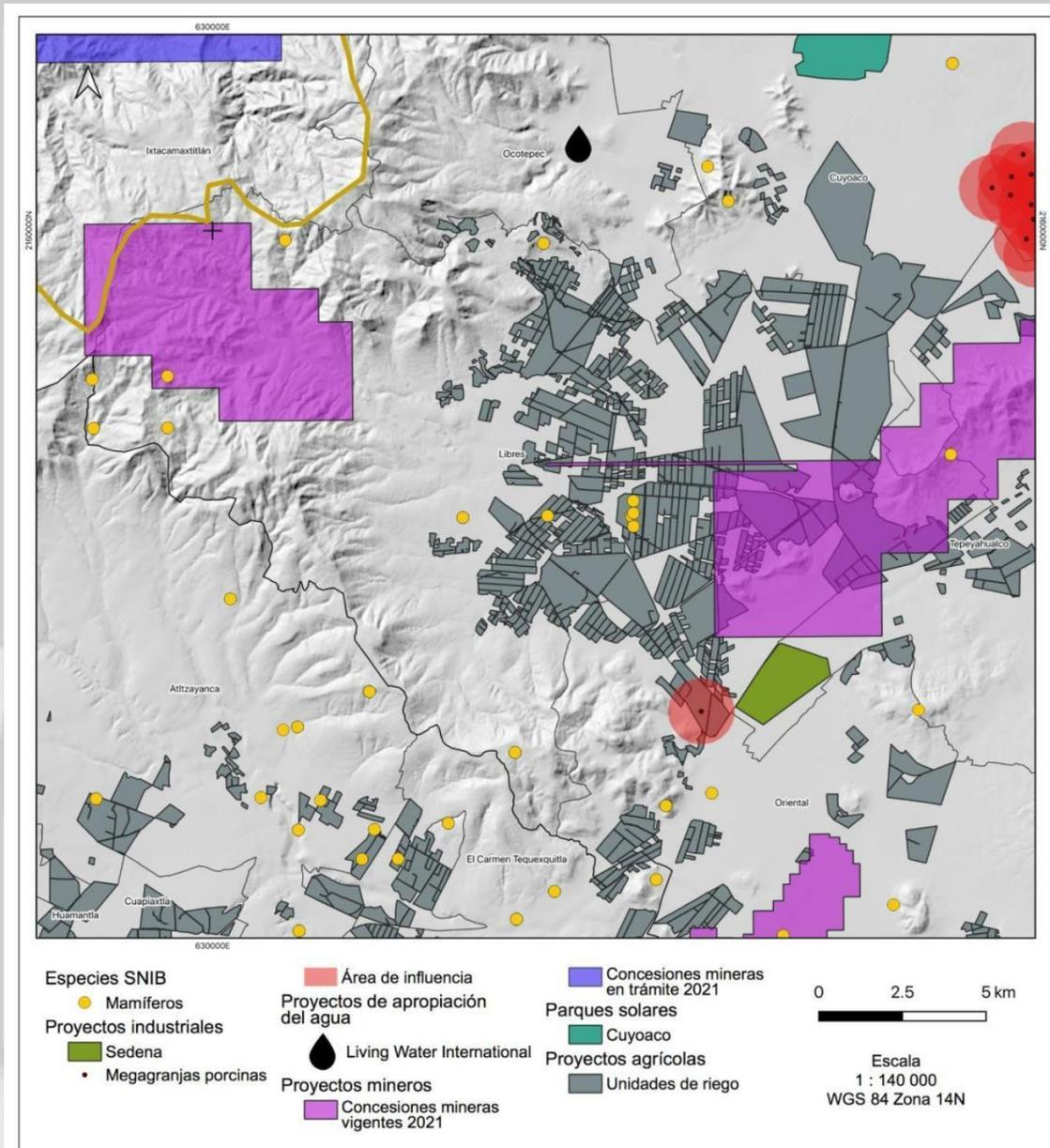
Especie	Nombre común	Clasificación
<i>Peromyscus maniculatus fulvus</i>	Ratón ciervo	Sin dato
<i>Procyon lotor</i>	Mapache boreal o racuna	Sin dato
<i>Ictidomys mexicanus</i>	Motocle o ardillón mexicano	Sin dato
<i>Didelphis virginiana californica</i>	Tlacuache norteño	Sin dato
<i>Peromyscus difficilis amplus</i>	Ratón de las rocas	Sin dato
<i>Peromyscus bullatus</i>	Ratón de Perote	Sujeta a protección especial
<i>Reithrodontomys megalotis saturatus</i>	Ratón cosechero	Sin dato

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

UNIDAS POR UNA CUENCA
LIBRE



Mapa 64. Mamíferos y proyectos extractivos en Libres, Puebla.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

4.18 Cactus, frijoles, trigos, maíces y hongos

En la CRLO también existe una gran diversidad de cactus, frijoles, maíces y hongos. En las siguientes tablas y mapas se presentan aquellas especies existentes específicamente en el municipio de Libres, así como su traslape territorial con proyectos extractivos e industriales. Dichos empalmes territoriales expresan posibles afectaciones directas e indirectas a la agrobiodiversidad de la CRLO, la cual ha sido severamente mermada a causa de numerosos factores, entre ellos, el cambio en el uso de suelo.

Tabla 42. Cactus en Libres, Puebla.

Cactus	Nombre común
Stenocactus crispatus	Biznaga ondulada crespada
Rhipsalis baccifera	Cactus muérdago (jiotilla)
Stenocereus pruinosus	Pitayo de mayo
Opuntia robusta	Nopal camueso o nopal tapón
Opuntia hyptiacantha	Nopal cascarón
Opuntia huajuapensis	Nopal chino (nopal de cerro)
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda
Mammillaria karwinskiana	Biznaga de Karwinski
Mammillaria haageana	Biznaguita
Mammillaria discolor	Biznaga de colores
Hylocereus undatus	Pitahaya
Epiphyllum hookeri	Nopalillo de Hooker
Disocactus flagelliformis	Cactus cola de rata
Cylindropuntia imbricata	Cardenche o cardón
Coryphantha pycnantha	Chiche de burro
Acanthocereus tetragonus	Cruceta o nopal de cruz

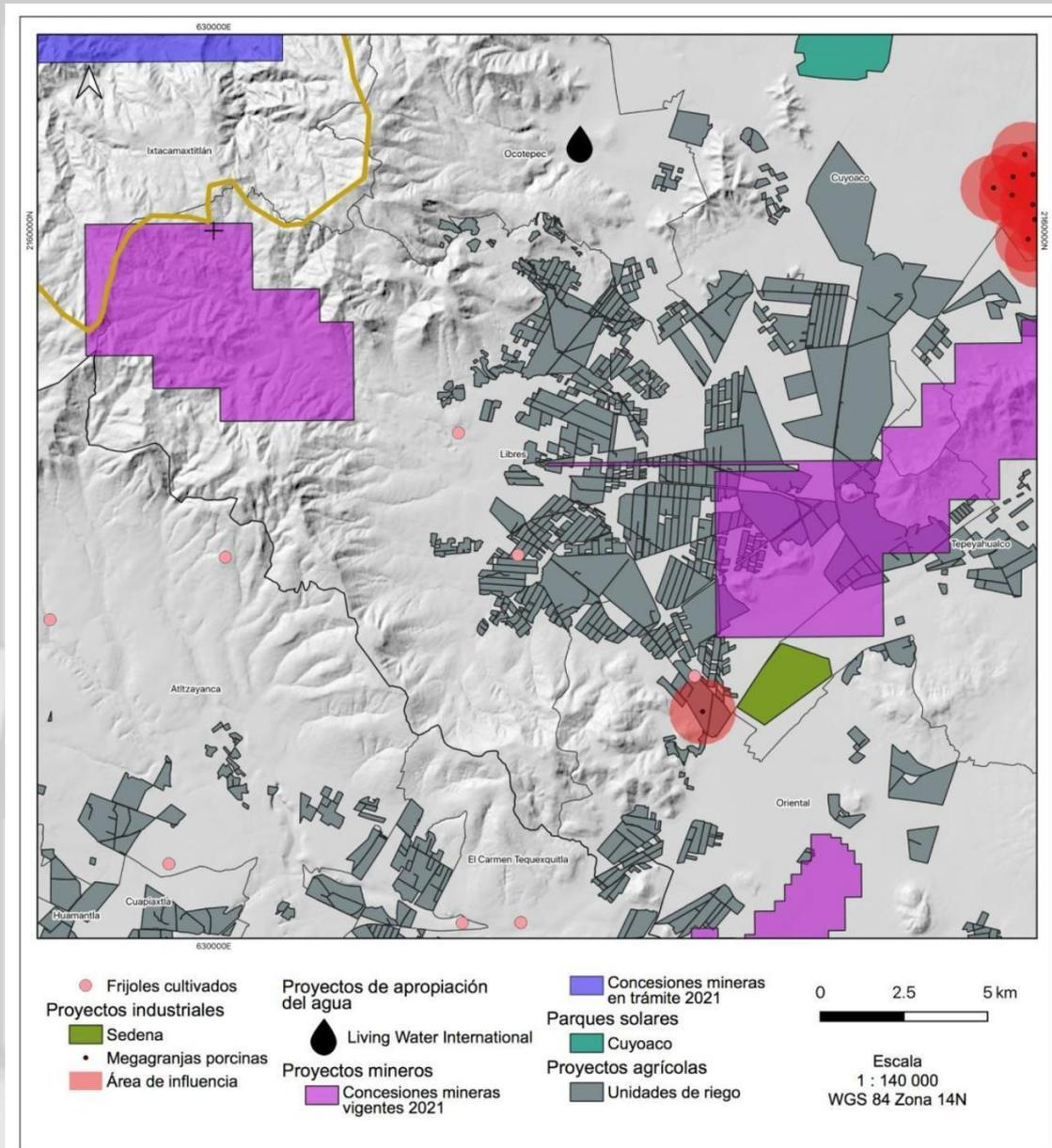
Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Tabla 43. Frijoles cultivados en Libres, Puebla.

Frijol	Nombre común
Phaseolus vulgaris	Judía, habichuela o alubia

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

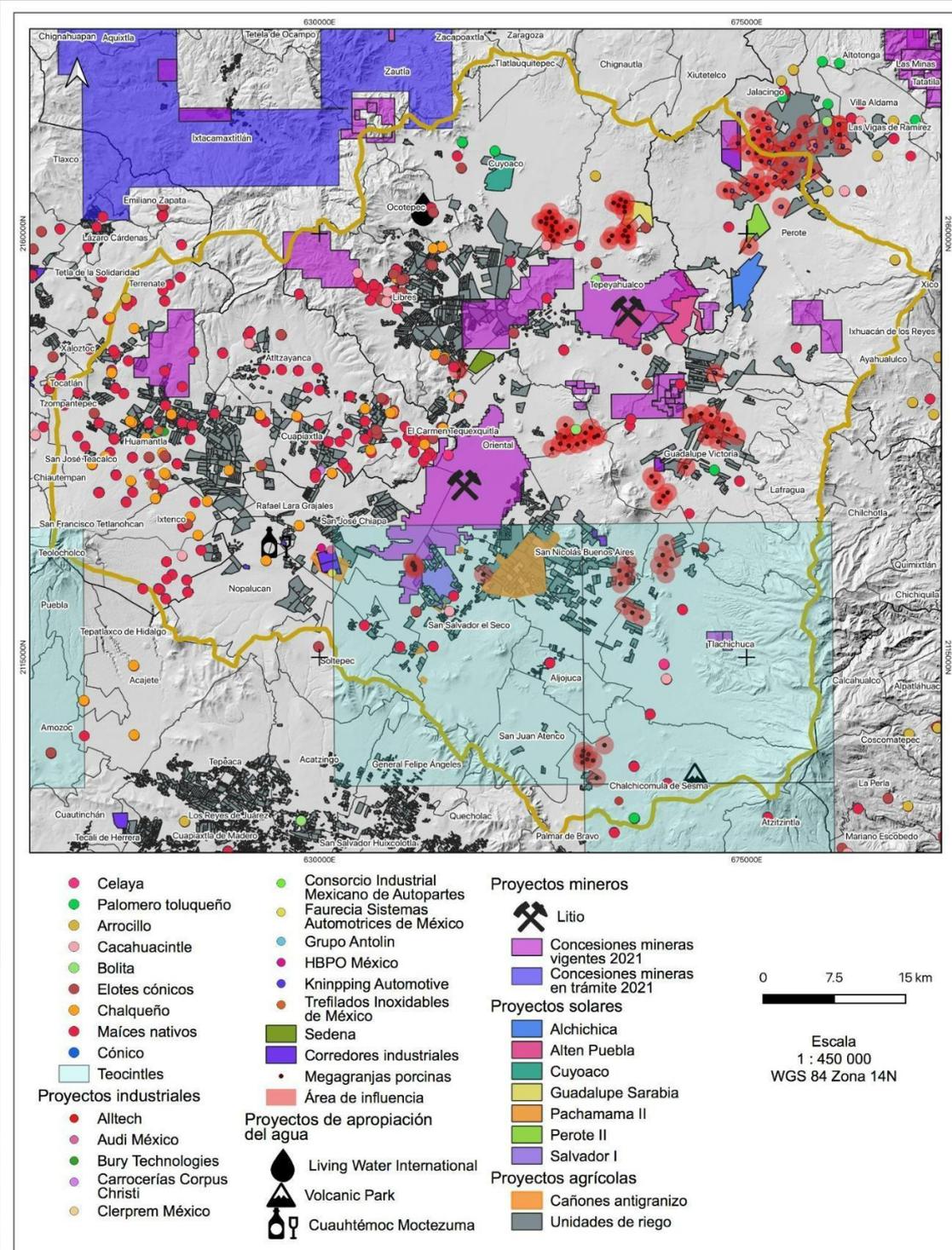
Mapa 65. Frijoles cultivados en Libres, Puebla.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Por otro lado, en la CRLO existen diversas razas de maíces. Entre ellas destaca el palomero, el toluqueño, el bolita, el cacahuacintle, el celaya, los elotes cónicos, el arrocillo, el cónico, el chalqueño, los maíces nativos, los teocintles, el tuxpeño y el otillo. Las razas mencionadas anteriormente forman parte de la agrobiodiversidad de la CRLO. Véase Mapa 66 y Fotografía 10.

Mapa 66. Razas de maíces en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

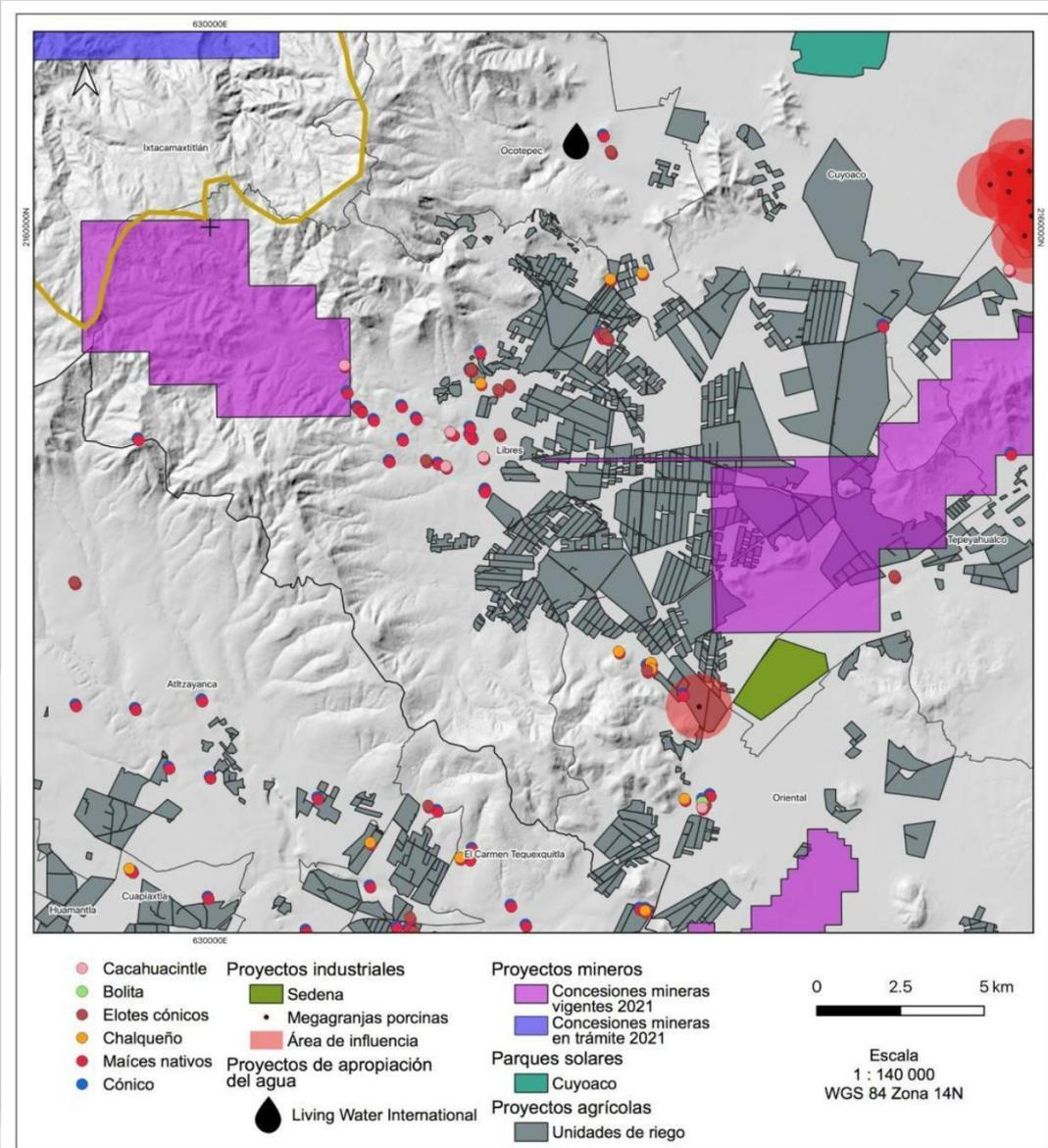
Fotografía 10. Maíces criollos en la CRLO, 2022.



Fuente: elaboración propia.

En el caso de Libres, las razas de maíces se presentan en el Mapa 67. Las razas antes mencionadas se han visto desplazadas en gran medida en los últimos años a raíz de la introducción de semillas mejoradas e híbridas, las cuales forman parte de paquetes tecnológicos que implican el empleo de importantes cantidades de agrotóxicos. De hecho, la superficie de la milpa ha retrocedido significativamente en las últimas tres décadas. Lo anterior, obedece a causas estructurales, por supuesto, entre ellas la reconfiguración territorial neoliberal de la producción, de la cual los proyectos extractivos e industriales forman parte.

Mapa 67. Razas de maíces en Libres, Puebla.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

4.19 Aves en peligro de extinción

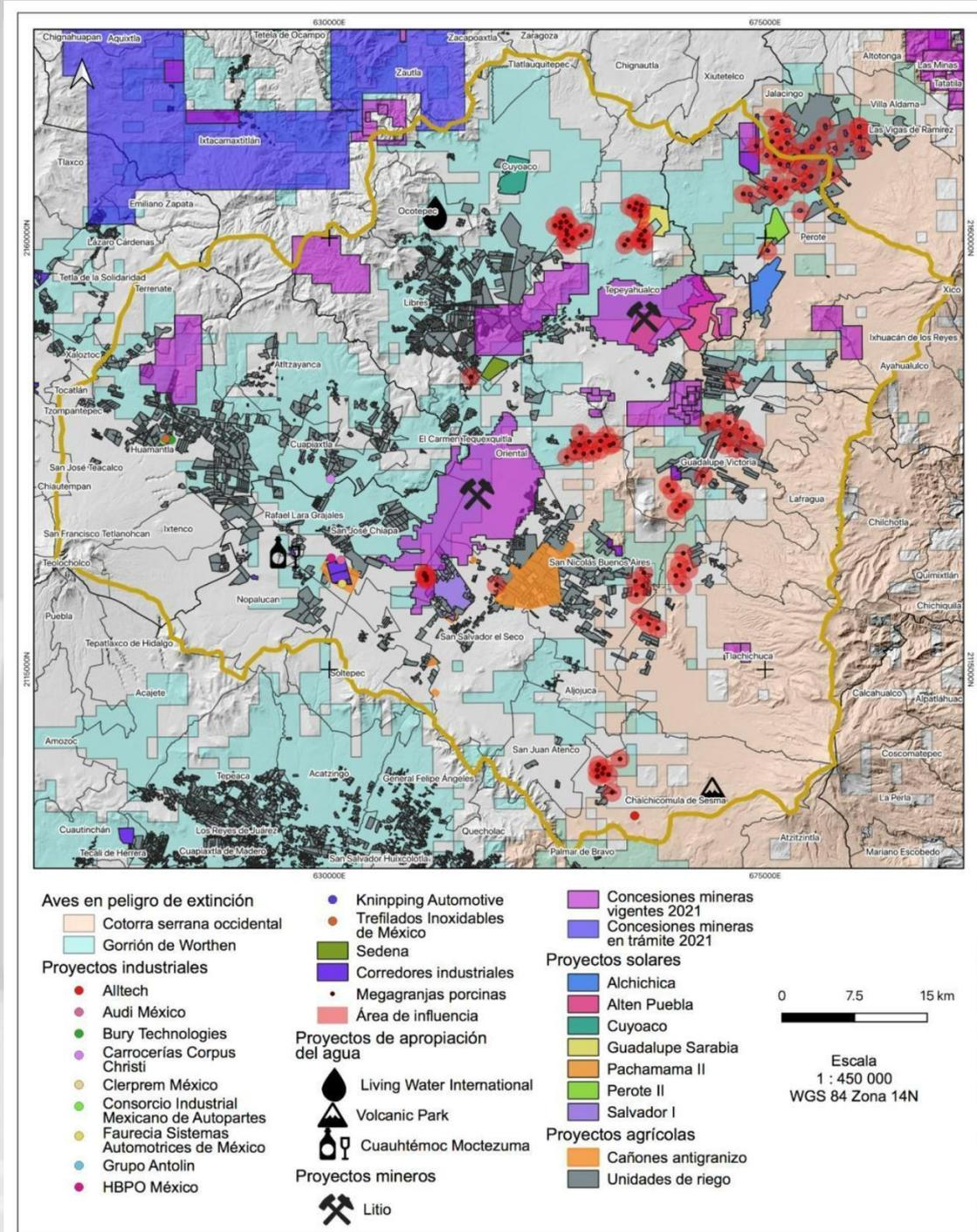
En la CRLO existen 2 especies de aves en peligro de extinción: el gorrión de Worthen y la cotorra serranas occidental. Es importante mencionar que el hábitat de ambas especies coincide territorialmente con la superficie ocupada por los proyectos extractivos e industriales existentes en la CRLO. Derivado del hecho anterior, se advierten posibles afectaciones. Véase Tabla 44 y Mapa 66.

Tabla 44. Aves en peligro de extinción en la CRLO.

Ave	Clasificación
Gorrión de Worthen	Especie en peligro de extinción y prioritaria
Cotorra serrana occidental	Especie en peligro de extinción y prioritaria

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Mapa 68. Aves en peligro de extinción en la CRLO.



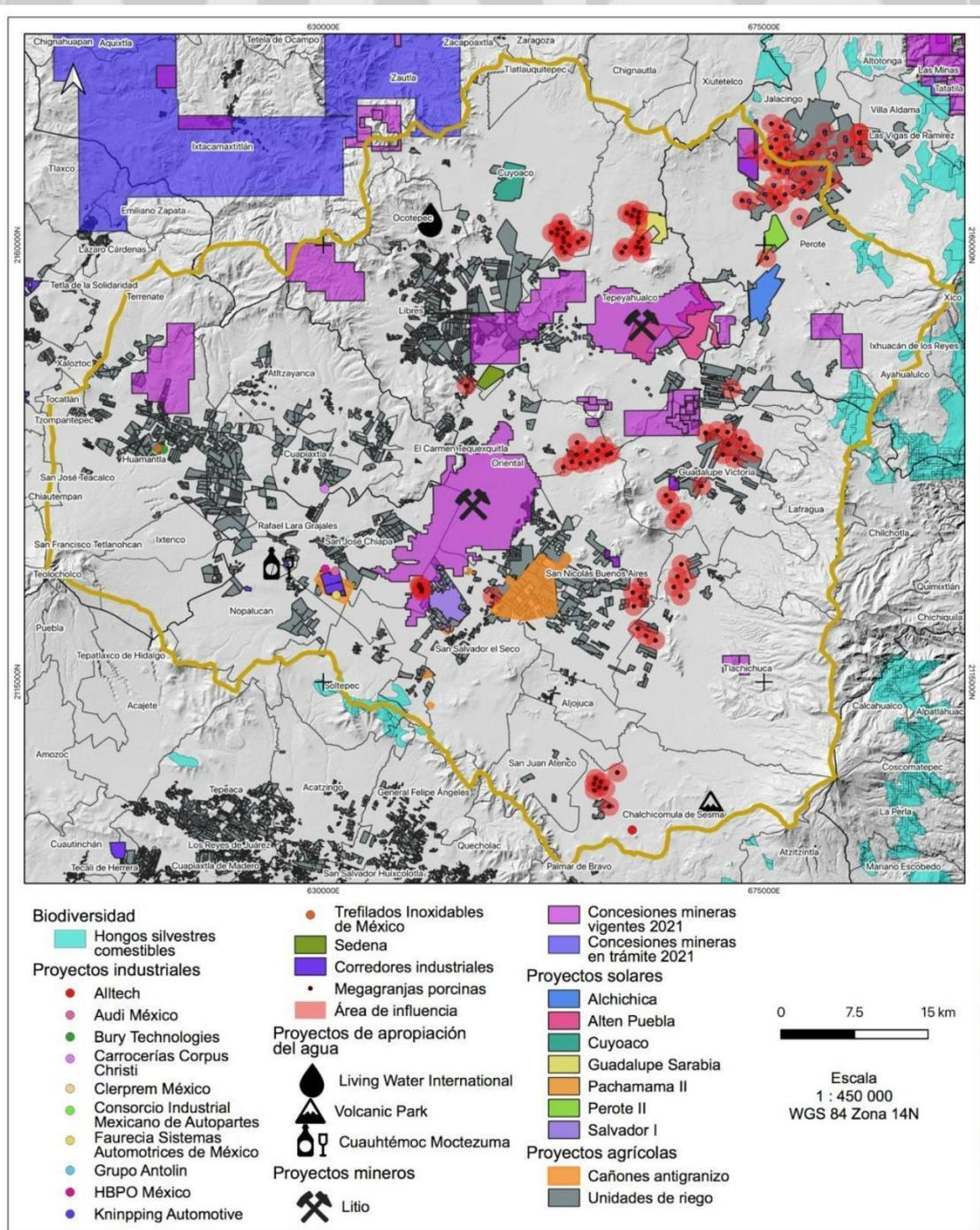
Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

4.20 Hongos silvestres comestibles

Existen presencia de hongos silvestres comestibles en el límite sur de la CRLO, en la zona montañosa de Soltepec, Mazapiltepec de Juárez y San Salvador el Seco, así como en la franja montañosa que pasa por Chalchicomula de Sesma, Tlachichuca, Lafragua, Ayahualulco y Perote. Dichos hongos forman parte de la dieta de diversas comunidades. Véase Mapa 69.

En este caso, tal como se aprecia en el Mapa 69, no existen impactos directos de los proyectos extractivos e industriales respecto a los hongos, dado que estos últimos se encuentran en zonas boscosas de gran altitud.

Mapa 69. Hongos silvestres comestibles en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

4.21 Empresas de alto riesgo en la CRLO

Como se aprecia en la Tabla 45, los municipios de la CRLO en los que se concentra el mayor número de empresas de alto riesgo son Chalchicomula de Sesma, Nopalucan, Huamantla y Perote. En los casos anteriores, los municipios concentran entre una y 16 empresas de alto riesgo. Véase Mapa 70.

Tabla 45. Empresas de alto riesgo en la CRLO por municipio.

Municipio	Estado	Número de empresas
Chalchicomula de Sesma	Puebla	1-16
Nopalucan	Puebla	1-16
Huamantla	Tlaxcala	1-16
Perote	Veracruz	1-16

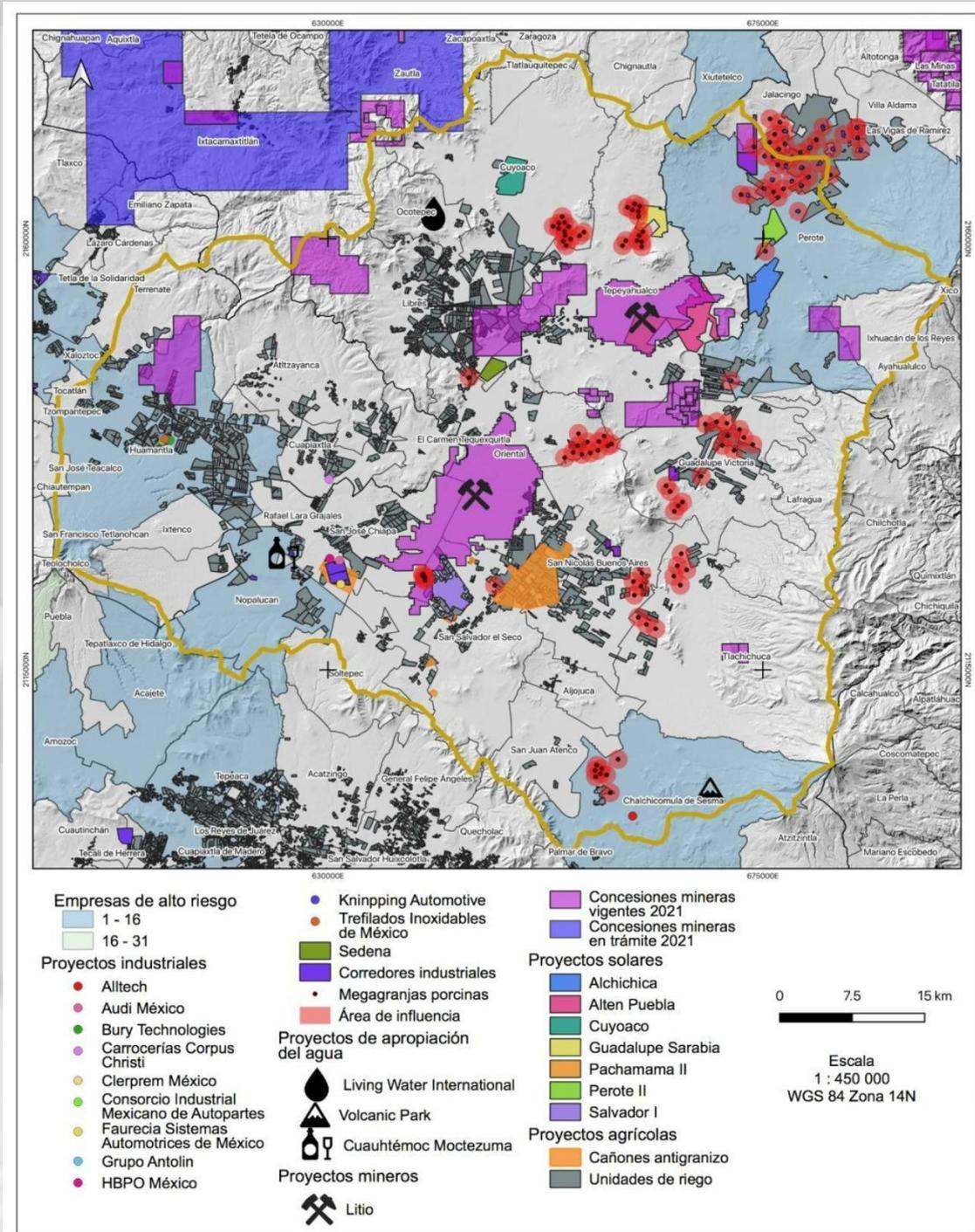
Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

Es importante notar que, en el caso de Nopalucan y Huamantla, su ubicación coincide con el corredor industrial que se extiende a las faldas de la Malintzin, entre Puebla y Tlaxcala. En esta zona se asienta un conglomerado estratégico de empresas vinculadas con la industria automotriz.

Perote es otro municipio con una gran cantidad de empresas de alto riesgo. En este caso, en el Mapa 70 se puede apreciar que precisamente en Perote existe una gran cantidad de megagranjas porcinas y parques eólicos. En el caso de Chalchicomula de Sesma, es posible observar que en dicho municipio se asientan algunas megagranjas porcinas, así como una empresa química asociada a la industria farmacéutica.

Derivado de lo anterior, es posible afirmar que en la CRLO existen 3 zonas donde se concentra la industria de alto riesgo: Huamantla-Nopalucan, Perote y Chalchicomula de Sesma. La primera asociada con la industria automotriz, la segunda con la industria agroalimentaria (megagranjas porcinas) e industria solar y la tercera con la industria agroalimentaria (megagranjas porcinas) y químico-farmacéutica. Véase Mapa 70.

Mapa 70. Empresas de alto riesgo en la CRLO por municipio.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021 y Geocomunes, 2021.

Resulta llamativo que en el Mapa 70 no figuren municipios en los que se asientan industrias altamente riesgosas como son los casos de San José Chiapa (industria automotriz), San Salvador el Seco (megagranjas porcinas e industria solar), Tlachichuca (megagranjas porcinas), San Nicolás Buenos Aires (megagranjas porcinas), Guadalupe Victoria (megagranjas porcinas), Oriental (rastros de Granjas Carroll), Tepeyahualco (megagranjas porcinas, industria militar e industria solar) y Cuyoaco (megagranjas porcinas e industria solar). En este sentido, es necesario valorar la posible inclusión en el Mapa 70 de al menos los municipios que forman parte del corredor de megagranjas porcinas (parte este de la CRLO), así como los municipios que forman parte del corredor automotriz (parte oeste de la CRLO).

A continuación se presenta una muy breve aproximación a los impactos ambientales de algunas de las industrias extractivas más importantes en la CRLO, tales como las megagranjas porcinas, las empresas automotrices y los cañones antigranizo.

4.22 Megagranjas

Las megagranjas son uno de los principales focos de contaminación en la CRLO. Considérese, por ejemplo, que en sus instalaciones se genera diariamente una enorme cantidad de excrementos porcinos; miles de toneladas son colocadas en lagunas de lixiviación (tinajas de residuos), las cuales se alcanzan a ver desde Google Earth. Véase Mapa 71.

Respecto a lo anterior, es importante considerar que cada cerdo genera a diario aproximadamente entre 3 y 5 excrementos de tamaño humano. Teóricamente, las lagunas de lixiviación tienen mega lonas con la finalidad de evitar la lixiviación. No obstante, aún con mega lonas, es posible que residuos altamente peligrosos como excrementos (estiércol) y fármacos (antibióticos), se filtren a los mantos acuíferos.

Sumado a lo anterior, en temporadas de lluvias, algunas lagunas de lixiviación se desbordan y los residuos se extienden en la superficie, siendo susceptibles de infiltrarse a los mantos acuíferos.

Mapa 71. Lagunas de lixiviación de las megagranjas porcinas en Perote, 2022.



Fuente: captura de pantalla en Google Earth.

Además del problema ambiental y sanitario que representan los excrementos porcinos, las megagranjas son un caldo de cultivo de virus peligrosos y enfermedades respiratorias y digestivas. En realidad, derivado de la operación de las megagranjas, en las zonas

aledañas imperan olores fétidos insoportables. Esto es potenciado por el desecho al aire libre de cerdos muertos por parte de Granjas Carroll. Se trata de una situación que genera bacterias y moscos, estos últimos temidos por la población local debido a sus efectos sobre la salud.

La situación anterior es potenciada por la particular combinación que ocurre en la CRLO entre virus de pollos, cerdos y humanos. Un ejemplo de lo anterior es el virus H₁N₁, el cual tuvo su paciente cero en Chichicauautla, en el municipio de Alchichica (Puebla). De hecho, existe un riesgo latente en la CRLO derivado del hecho de que, con el uso intensivo de fármacos en las megagranjas, es posible que los virus sean cada vez más resistentes. Sumado a lo anterior, las megagranjas porcinas emiten altas cantidades de gases efecto invernadero y contaminan la superficie.

Resulta insólito el hecho de que a la actualidad, las autoridades ambientales del país, tales como la PROFEPA y la SEMARNAT, refieran que sólo tienen registro de tres inspecciones de carácter ambiental y sanitario para valorar las condiciones de las lagunas de lixiviación de las megagranjas porcinas. La primera inspección se realizó para dar atención a una denuncia ciudadana por contaminación de suelos. La segunda y la tercera se realizaron como parte de inspecciones ambientales. A la fecha, dichas inspecciones tienen expedientes cerrados.

Es importante mencionar que, en la década de los 2000, surgió el movimiento popular llamado Pueblos Unidos del Valle de Perote, el cual se movilizó con el objetivo de detener la expansión territorial de las megagranjas porcinas de Granjas Carroll, filial de la transnacional estadounidense Smithfield Food (véase Fotografía 11). No obstante, dicho movimiento fue reprimido. En la actualidad, una nueva fuerza social se ha articulado como respuesta a la vigencia de dicha problemática.

Fotografía 11. Pueblos Unidos del Valle de Perote, 2013.



Fuente: Radio La Nueva República, 2013.

4.23 Descargas industriales y explosiones industriales

Las empresas asentadas en la CRLO realizan descargas industriales. En el caso de Audi, ubicada en San José Chiapa, desecha 242 mil m₃.

Entre las empresas que hacen uso de aguas nacionales para fines industriales y que no cuentan con permisos de descarga están: 1 de Alltech en Chalchicomula de Sesma (300,000 m₃), 2 de Cuauhtémoc-Moctezuma en Rafaél Lara Grajales (500,000 m₃), 1 de Tonalli en Rafaél Lara Grajales (20,498 m₃), 1 de Productos de Vinagre en Nopalucan (749,784 m₃), 2 de San Marcos en Nopalucan (100,000 m₃ y 350,000 m₃), 1 de la Morena en Rafaél Lara Grajales (146,973 m₃) y 2 de Audi en San José Chiapa (260,000 m₃ y 242,000 m₃). Además de hacer uso de aguas nacionales para fines industriales y no contar con permisos de descarga, dichas empresas no son inspeccionadas y no pagan derechos. Algunas de ellas descargan parte de sus aguas residuales al Lago El Salado.

A lo anterior hay que agregar explosiones industriales, como las ocurridas en Tetla, en la planta de Dow Química Mexicana (2005), San Cosme Xaloztoc, en la planta de Polaquimia (2012) y El Carmen Tequexquitla, en la planta de Clorobencenos (2011).⁴⁵

Fotografía 12. Explosión industrial en la planta Clorobencenos en el Carmen Tequexquitla, 2011.



Fuente: El Sol de Tlaxcala, 2022.

4.24 Audi

Además de los enormes volúmenes de agua que demanda Audi anualmente, otro factor a considerar para valorar la sobreexplotación del agua subterránea en la CRLO, así como la agudización de la crisis hídrica que se avecina, es la demanda hídrica del desarrollo inmobiliario de Ciudad Audi, la cual demandará cada año entre 11 y 15 millones de m₃

4

⁵En el caso de la explosión en Tetla, tuvo una irradiación de más de 20 km.

para abastecer a los 200 mil habitantes que se espera que albergue en los próximos 50 años (Camacho, 2016). Véase Fotografía 13.

Al respecto, cabe recordar que en 2016 la propia CONAGUA advirtió que Ciudad Audi será un sitio con escasez de agua debido a que dicho desarrollo urbano, diseñado por el entonces gobierno de Rafael Moreno Valle, depende del ALO, el cual se encuentra en veda desde 2014 debido al déficit hídrico con presenta (*Ibíd.*).

El derecho al agua de miles de pobladores de la región está coartado por el decreto publicado en enero de 2017 en el Diario Oficial del Estado, el cual retiró la facultad a 5 municipios aledaños a Ciudad Audi para ofrecer servicio de agua y saneamiento, pese a que es una facultad constitucional de los municipios.

Otro elemento que hay que considerar es que Audi no está obligada a informar a la CONAGUA acerca de las cantidades que extrae y trata ya que los esquemas jurídicos dejan esto en manos de las propias empresas mediante la figura de autorregulación.

Fotografía 13. Ciudad Audi en San José Chiapa, 2017.



Fuente: La Jornada de Oriente, 2017.

Cabe recordar que Audi fue un proyecto del entonces gobernador Rafael Moreno Valle, quién en su afán de lograr la candidatura presidencial en 2018, hizo todo lo posible por atraer al capital alemán a Puebla (Mastretta, 2020). Con Audi, Rafael Moreno Valle quiso proyectarse para la Presidencia de la República a través de alianzas políticas con el grupo político de Enrique Peña Nieto y con personajes como Carlos Hank Rohn y Pedro Aspe Aspella (*Ibíd.*).

Con tal de que Audi se instalara en San José Chiapa, Rafael Moreno Valle invirtió 17 mil millones de pesos del erario público (*Ibíd.*). En contraste con la inversión de Audi (1,300 millones de dólares), en tan sólo 6 años, la población del Estado de Puebla ha transferido

a Audi 1,321 millones de dólares, cifra que representa un tercio del presupuesto anual del estado (*Ibíd.*). Esta última cantidad de dinero ha sido orientada a obra pública e infraestructura para la ensambladora, así como a cubrir impuestos condonados a Audi a través de las condiciones firmadas el 5 de septiembre de 2012 (*Ibíd.*).

Paradójicamente, gran parte del financiamiento público de Audi fue impulsado mediante esquemas de deuda pública sin reconocer dicha deuda como tal (*Ibíd.*). Al final, los poblanos fueron endeudados con 10,800 millones de pesos, los cuales deberán pagar en los próximos 15 años (*Ibíd.*).

Cabe mencionar que, entre las estrategias empleadas para la instalación de Audi en San José Chiapa, está la compra de tierras a ejidatarios del municipio a precios de entre 8 y 20 pesos por m² (*Ibíd.*). Para facilitar la compra de tierras diversos funcionarios públicos se hicieron pasar como ejidatarios. Entre los políticos que favorecieron el despojo de tierras están Fernando Manzanilla, Leobardo Soto, Antonio Gali y Luis Banck (*Ibíd.*). Véase Fotografía 14.

Fotografía 14. Visita de supervisión a la construcción de la planta Audi, 2012.



Fuente: Incidencia, 2012.

Contrario al desarrollo y a la generación de empleo, Audi sólo ha significado endeudamiento público, despojo campesino, corrupción y devastación ambiental e hídrica. A cambio de algunos millones de pesos, la clase política poblana neoliberal favoreció el despojo de tierras, aguas y el futuro de la población que depende de la CRLO. Cabe mencionar que, en todo este proceso, existieron violaciones a la autonomía

municipal, condonación absoluta de impuestos, opacidad en el acceso a la información y adjudicaciones directas.

Por si fuese poco, en el Contrato de Desarrollo (firmado entre 2012 y 2013) el entonces gobierno del Estado otorgó a Audi la facultad de contaminar. Dicho contrato estipula que, en caso de que Audi enfrentase sanciones debido a contaminación ambiental, las multas o sanciones deberán ser cubiertas con fondos del erario público poblano. Al respecto, considérese que en una cláusula a todas luces abusiva y leonina de dicho contrato se estipula: *“El Estado se obliga a liberar, indemnizar y mantener a salvo a la empresa de cualquier demanda ambiental y cubrirá todas las multas y penalizaciones en materia ambiental”*. En otras palabras, a Audi se le otorgó impunidad para depredar el medio ambiente.

Sumado a lo anterior, con un “blindaje de uso de suelo” el entonces gobierno le otorgó a Audi el derecho de decidir qué actividades económicas y qué construcciones se pueden realizar en la zona aledaña a la planta. Dicho blindaje consistió en la alteración de programas de desarrollo urbano, así como ordenamientos ecológicos para que en Ciudad Audi y varios kilómetros alrededor de la planta ensambladora se prohibieran instalaciones no deseadas por los propietarios de Audi.

Otra cláusula establece que, durante tres años, el gobierno poblano destinará anualmente 2 millones de dólares para pagar actividades de mercadeo, tales como ceremonias de inauguración, eventos de relaciones públicas y campañas en medios de comunicación. Además, se establece que habrá exenciones en los pagos de derechos, impuestos, licencias y permisos, y que cuando Audi no pudiese evadir tales obligaciones, el gobierno le reembolsará el dinero hasta por un monto de 40 millones de pesos. En suma, el entonces gobierno panista del Estado garantizó a Audi el mínimo pago de impuestos.

Particular atención merece una cláusula del contrato que dice: *“El Estado pone a disposición de la empresa [Audi] los precios de los servicios de agua a las cuotas más bajas posibles”*. En otras palabras, el entonces gobierno del Estado garantizó jurídicamente el acceso de Audi a uno de los acuíferos más ricos hidricamente del Estado de Puebla con el mínimo pago de impuestos por el consumo de agua. En su conjunto, el Contrato de Desarrollo es un monumento a la impunidad socioambiental y al saqueo neoliberal de los recursos públicos y naturales de la CRLO.

4.25 Cañones antigranizo

Al intentar inhibir la formación de granizo, los cañones antigranizo alteran el ciclo hidrológico del agua, particularmente una de sus fases más importantes: la formación de la precipitación sólida y líquida. Asimismo, provocan la ausencia de lluvia. Además, representan una modificación artificial del tiempo sumamente riesgosa dada la incertidumbre científica sobre sus impactos a corto, mediano y largo plazo.⁴⁶

4

⁴⁶ Es importante mencionar que existe una enorme controversia científica respecto a la efectividad de los cañones antigranizo, así como numerosos vacíos en su investigación. Existen posiciones divergentes. Para algunos científicos no existen pruebas contundentes sobre su efectividad y sus afectaciones en el ciclo del agua, mientras para otros son evidentes sus impactos negativos. Al respecto, habría que añadir que, efectivamente, el granizo y la sequía son procesos que obedecen a múltiples factores, entre ellos la

Los campesinos de la región han observado que el uso de cañones antigranizo “ahuyenta” a las nubes. Una vez disparados, la lluvia se convierte en breve llovizna. Es importante mencionar que el uso de cañones antigranizo impide la precipitación de granizo en varios kilómetros a la redonda. El uso indiscriminado de cañones antigranizo en pleno cambio climático empeora el régimen de lluvias y afecta el ciclo agrícola de los campesinos que dependen del temporal. Véase Fotografía 15.

Fotografía 15. Uso de cañones antigranizo en la CRLO, 2021.



Fuente: elaboración propia.

variabilidad climática, el cambio climático, la deforestación, la emisión de gases efecto invernadero, las corrientes marinas, etcétera. Sin embargo, existen condiciones locales que pueden inhibir la lluvia, tal como los cañones antigranizo. Justamente, en esta última dirección está el conocimiento de los campesinos de la región, quienes perciben cambios en después de las detonaciones. Una vez que se disparan los cañones antigranizo, las nubes se dispersan y ya no llueve.

Todo esto es sumamente preocupante ya que en México, a nivel federal, no existe una regulación sobre el uso y comercialización de cañones antigranizo. Esto con la excepción de regulaciones estatales pioneras como la de Puebla en 2021, la cual prohíbe el uso y la comercialización de cañones antigranizo en todo el estado.

De acuerdo con la PROFEPA, a 2021 se han interpuesto 2 denuncias a causa del uso de cañones antigranizo en el Estado de Puebla, esto con información de la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Puebla. La primera denuncia fue del año 2018 y está cerrada. La segunda fue realizada por el Colectivo Ambiental Diente de León en 2021 y está igualmente cerrada.

Al respecto, cabe mencionar que varios colectivos opositores al uso de cañones antigranizo en la CRLO han denunciado públicamente la renuncia del Gobierno del Estado de Puebla para hacer valer la prohibición de dichos dispositivos, así como la persecución judicial de los opositores, a quienes en 2012 la Fiscalía del Estado les giró órdenes de presentación debido a supuestos delitos.

Antes de pasar a las afectaciones culturales de los proyectos extractivos e industriales en la CRLO, es importante mencionar que dado el objetivo de la presente investigación, no fueron incluidos los impactos socioambientales de los proyectos mineros y de las agricultura tóxica. Dichos impactos son amplios, dependen de contextos particulares y deben ser objeto de próximas investigaciones.

En realidad, es necesario profundizar en numerosas investigaciones particulares, tales como aquellas relacionadas con la agricultura tóxica, la cual, lamentablemente, está normalizada dada su importancia económica. Dicha investigación se vuelve aún más necesaria dado que la agricultura industrial es una de las principales actividades que acaparan y contaminan no sólo los recursos hídricos, sino los ecosistemas en general.

5. Afectaciones culturales de los proyectos extractivos e industriales en la CRLO

Las afectaciones directas e indirectas del conjunto de proyectos extractivos e industriales en la CRLO no se reducen de ninguna manera a las ambientales, económicas, o bien, a las específicamente hídricas. En realidad, las afectaciones también impactan de manera directa algunas dimensiones culturales.

A continuación se presenta un breve bosquejo de las dimensiones culturales efectivas y potencialmente afectadas por el avance territorial de los proyectos extractivos e industriales en la CRLO.

5.1 Culturas altepetl

En primer lugar, hay que considerar que las culturas ancestrales que habitaron hace ya varios siglos los diversos territorios que hoy forman parte de la CRLO fueron culturas cuya vida material y cosmovisión estuvieron estrechamente vinculadas con la naturaleza, el agua y los cerros. Nos referimos por supuesto a las culturas de los altepetl. De hecho, gran parte de los pueblos originarios y mestizos que subsisten hoy día en la CRLO conservan aún de manera particular y diferenciada dicha cultura, la cual está vinculada

también de forma estrecha con la cultura milenaria de la milpa.⁴⁷ Naturalmente, las prácticas y los saberes asociados al altepetl se han reconfigurado al interior de las culturas populares de hoy en día.

Es importante mencionar que el término altepetl es un difrasismo nahua que tiene connotaciones territoriales (agua-cerro) y sociales (poblacionales simbólicas) en las culturas mesoamericanas (García, 2006). También hace referencia a una organización social, económica y política expresada en términos territoriales (*Ibíd.*). Comúnmente, ha sido traducido como pueblo, aunque en náhuatl es un difrasismo que significa “el agua, el cerro” (*Ibíd.*). Lo interesante es que este difrasismo hace referencia a los elementos necesarios para que un territorio sea habitable, además de implicar aspectos religiosos (*Ibíd.*, 1996).⁴⁸

Lo anterior resulta relevante ya que los conocimientos asociados al agua, la tierra y la milpa aún subsisten de manera en las diversas comunidades de la CRLO. En dichas comunidades aún se preservan prácticas, saberes, tradiciones y festividades vinculadas de manera directa a la gestión y el cuidado del agua, la tierra y la milpa. Véase Fotografía 16.

Fotografía 16. Campesino de la región de Libres, Puebla.



Fuente: Díaz, 2021.

En relación a la espiritualidad de los pueblos campesinos de la CRLO, esta expresa el estrecho vínculo de las comunidades campesinas con la tierra, el agua y la milpa. Ejemplo de ello son diversas expresiones espirituales (muchas de ellas relacionadas al catolicismo) asociadas al campo, a la milpa y al territorio. Tal es el caso de las festividades relacionadas con San Isidro Labrador, el patrono de los campesinos, a quien mediante

⁴⁷ Gran parte de la toponimia de la región hace referencia directa o indirectamente al agua o a los cerros, tal como sucede en gran parte de los territorios mesoamericanos.

⁴⁸ Por su parte, Lockhart (1999) ha añadido el elemento demográfico y de poder. Para este autor, altepetl se refiere al territorio, no obstante, lo que significa sobre todo es una organización que tiene el dominio de un determinado territorio.

oraciones y festividades se le pide lluvia y buenas cosechas. Las festividades asociadas con San Isidro Labrador ocurren el 15 de mayo y coinciden con el inicio del ciclo agrícola de temporal de la mayor parte de las comunidades campesinas de la CRLO. Véase Fotografía 17.

Fotografía 17. Fiestas de San Isidro Labrador en Libres, Puebla.



Fuente: San Isidro Libres Puebla, 2021.

Precisamente, el conjunto de saberes y prácticas culturales antes mencionado está siendo impactado desde al menos tres décadas por el avance territorial de los proyectos extractivos e industriales en la CRLO, proyectos cuya territorialización ha propiciado agudos procesos de despojo de tierras, descampesinización, cambios en la alimentación y destrucción de tejidos comunitarios, de las culturas populares e indígenas y de la soberanía comunitaria (alimentaria, laboral y política).

No obstante, a pesar del profundo proceso de despojo de tierras, descampesinización, éxodo rural y destrucción de la soberanía comunitaria que provocó el neoliberalismo en la región y el país, en nuestros días aún subsiste la cultura campesina, milpera. De hecho, como se observa en el Mapa, a lo largo y ancho de toda la cuenca subsisten prácticas y saberes asociados a la agricultura de temporal y de pequeña escala. Se trata de un tipo de agricultura ecológica que preserva la agrobiodiversidad y que otorga sustento material a miles de familias campesinas de la CRLO.

Fotografía 18. Familia campesina e inicio del ciclo agrícola en la CRLO.

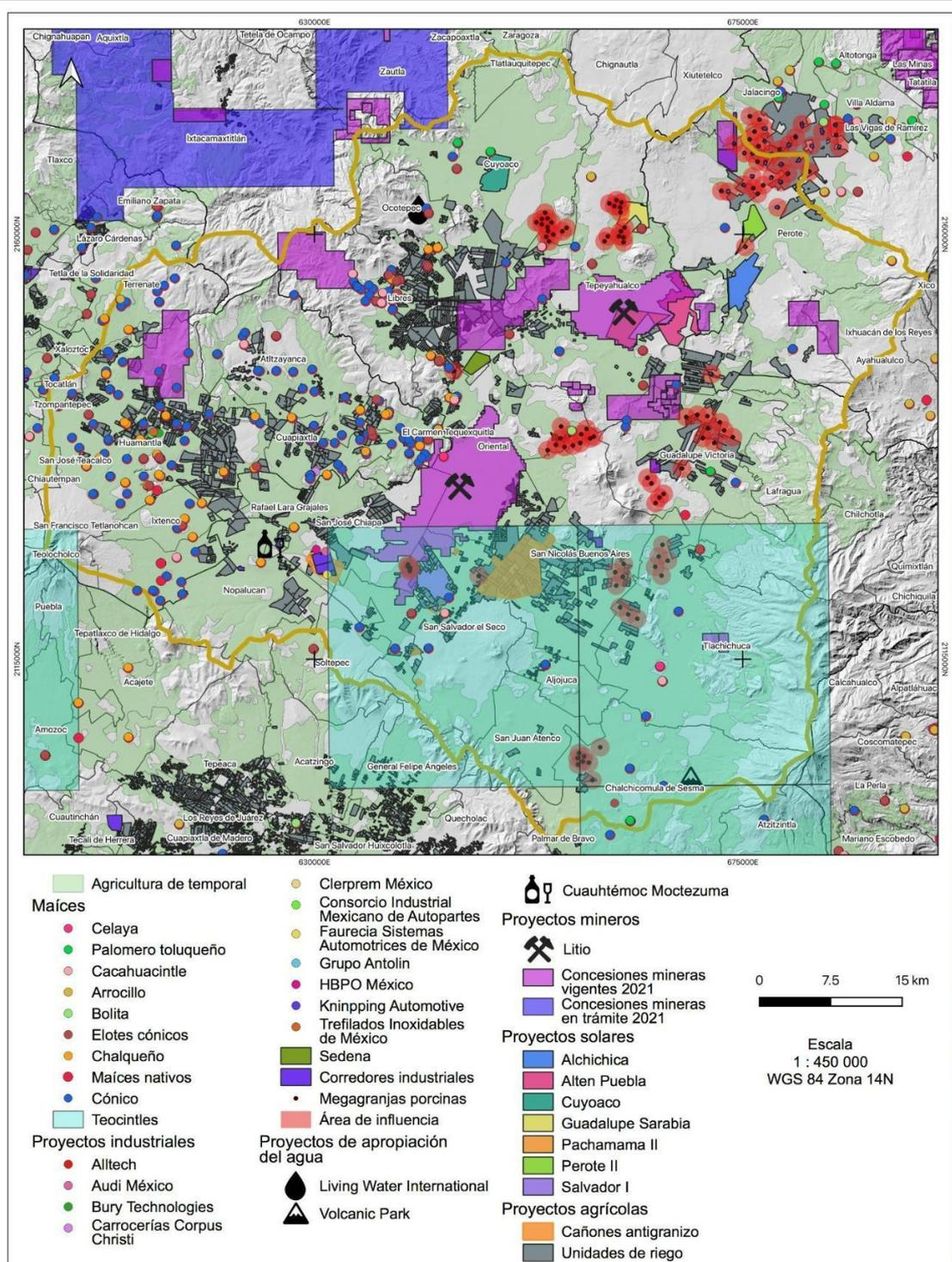


Fuente: elaboración propia.

En la CRLO existen diversas razas de maíz, calabaza, frijol y trigo, las cuales son cultivadas por múltiples comunidades campesinas. A la agrobiodiversidad antes mencionada habría que agregar una amplia gama de variedades de cebada, avena, frutales, magüeyes, nopales, verduras y plantas medicinales, las cuales dependen de la lluvia.

En el Mapa 72 se puede apreciar parte de la agrobiodiversidad preservada por las comunidades campesinas, agrobiodiversidad en riesgo por los profundos procesos de despojo territorial, industrialización y contaminación ambiental provocado por la territorialización de los proyectos extractivos e industriales.

Mapa 72. Agricultura de temporal en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

5.2 Lenguas

Otro aspecto cultural relevante a considerar en la evaluación de las afectaciones culturales de los proyectos extractivos e industriales son las lenguas originarias habladas en la región, las cuales, aunque disminuidas, están siendo impactadas de manera directa e indirecta por el conjunto de proyectos. Y es que al alterar, contaminar o destruir elementos materiales imprescindibles de las comunidades de la región —como el

territorio, la milpa, el agua, los cerros, las plantas, el paisaje — se afecta directamente la base material de las lenguas, las cuales son habladas cada vez menos.

Es importante mencionar que la familia lingüística predominante en la CRLO es la yuto-nahua. A esta familia pertenece el náhuatl. No obstante, en Ixtenco existe la familia otomangue, familia en la que se encuentra el otomí de Ixtenco. Llama la atención que en San Salvador el Seco, Mazapiltepec de Juárez y Soltepec exista presencia de la lengua popoloca. Por su parte, en Perote, existe la presencia —en una pequeña porción territorial— del totonaco. Véase Tabla 46 y Mapa 73.

Tabla 46. Lenguas en la CRLO.

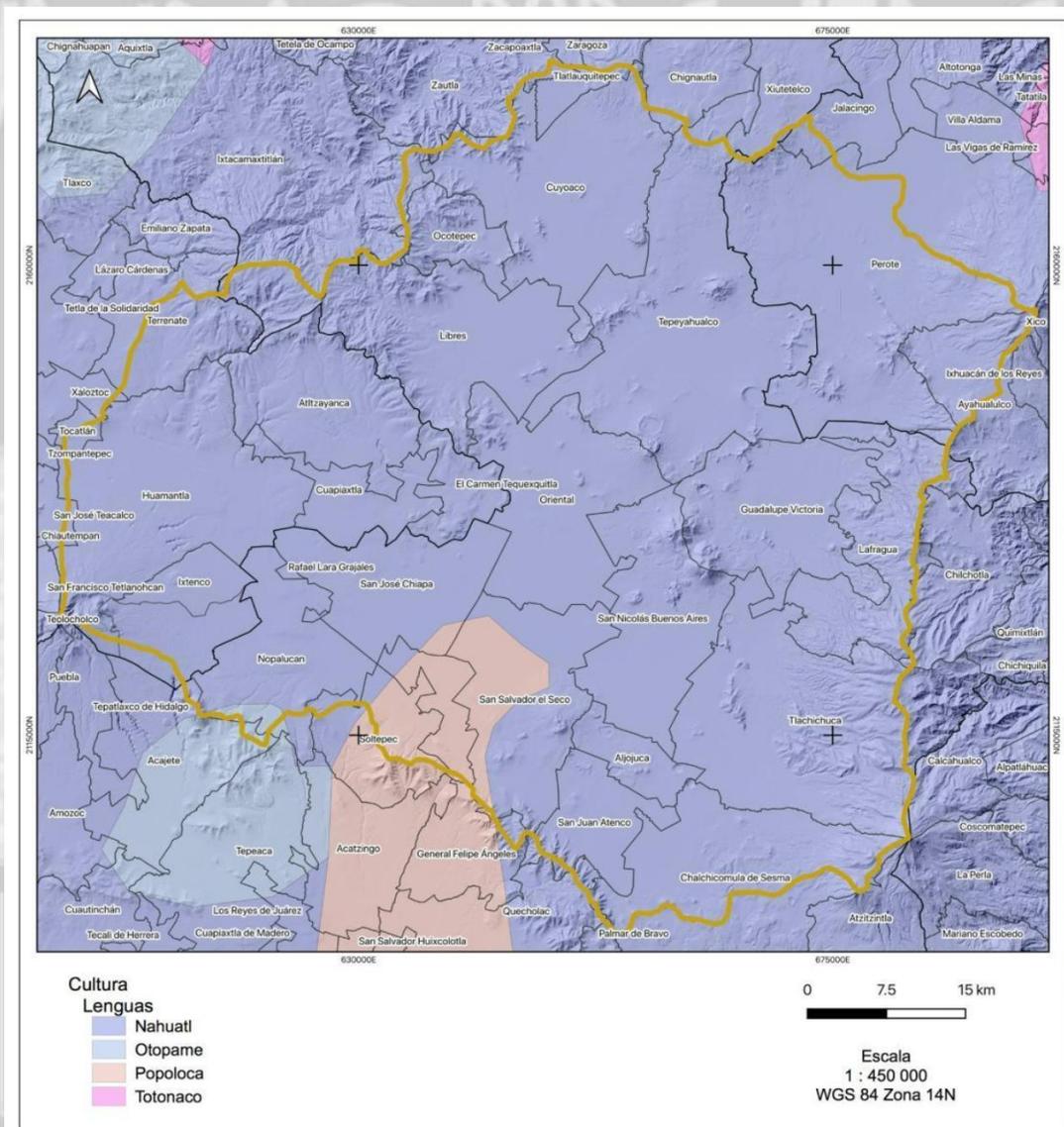
Municipio	Estado	Lengua
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Yuto-nahua
San Juan Atenco	Puebla	Yuto-nahua
Aljojuca	Puebla	Yuto-nahua
San Salvador el Seco	Puebla	Yuto-nahua Popoloca
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Yuto-nahua Popoloca
Soltepec	Puebla	Yuto-nahua Popoloca
San José Chiapa	Puebla	Yuto-nahua
Rafaél Lara Grajales	Puebla	Yuto-nahua
Oriental	Puebla	Yuto-nahua
Libres	Puebla	Yuto-nahua
Cuyoaco	Puebla	Yuto-nahua
Ocoatepec	Puebla	Yuto-nahua
Tepeyahualco	Puebla	Yuto-nahua
Tlachichuca	Puebla	Yuto-nahua
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Yuto-nahua
Guadalupe Victoria	Puebla	Yuto-nahua
Lafragua	Puebla	Yuto-nahua
Nopalucan	Puebla	Yuto-nahua Otopame
Huamantla	Tlaxcala	Yuto-nahua
Ixtenco	Tlaxcala	Yuto-nahua
Zitlaltépec	Tlaxcala	Yuto-nahua

El Carmen Tequexquilita	Tlaxcala	Yuto-nahua
Altzayanca	Tlaxcala	Yuto-nahua
Cuapiaxtla	Tlaxcala	Yuto-nahua
Tocatlán	Tlaxcala	Yuto-nahua
Perote	Veracruz	Yuto-nahua Totonaca
Ayahualulco	Veracruz	Yuto-nahua

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

No obstante, es importante señalar que la presencia de lenguas originarias en las diversas comunidades que conforman la CRLO no es tan alta como en la Sierra Norte de Puebla o en áreas circundantes al Pico de Orizaba y a la Malintzin, lugares donde existe una amplia presencia de lenguas originarias.

Mapa 72. Lenguas en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

5.3 Presencia de población indígena por municipio

Un factor a contemplar vinculado con el anterior es la presencia de población indígena en la CRLO, población más vulnerable ante las afectaciones socioambientales y económicas de los proyectos extractivos e industriales dada la enorme desigualdad social existente en nuestro país.

En relación a ello, es importante considerar que en la CRLO no existe ningún municipio con una muy alta presencia de población indígena. En realidad, Lafragua es el municipio con mayor presencia de población indígena (alta). Por el contrario, Rafael Lara Grajales, Ixtenco, Huamantla y Tocatlán tienen una baja presencia. Estos últimos son los municipios con menor población indígena en toda la CRLO. Como se aprecia en el Mapa 73, dichos municipios se encuentran al oeste de la CRLO, entre Tlaxcala y Puebla. Justamente, en dicha zona se han experimentado durante las últimas décadas los procesos más intensos de industrialización en toda la CRLO, y por lo tanto, de acumulación originaria. Los municipios restantes tienen una presencia de población indígena media.

Tabla 47. Presencia de población indígena por municipio en la CRLO, 2010.

Municipio	Estado	Presencia
Chalchicomula de Sesma	Puebla	Media
San Juan Atenco	Puebla	Media
Aljojuca	Puebla	Media
San Salvador el Seco	Puebla	Media
Mazapiltepec de Juárez	Puebla	Media
Soltepec	Puebla	Media
San José Chiapa	Puebla	Media
Rafael Lara Grajales	Puebla	Baja
Oriental	Puebla	Media
Libres	Puebla	Media
Cuyoaco	Puebla	Media
Ocoatepec	Puebla	Media
Tepeyahualco	Puebla	Media
Tlachichuca	Puebla	Media
San Nicolás Buenos Aires	Puebla	Media
Guadalupe Victoria	Puebla	Media
Lafragua	Puebla	Alta
Nopalucan	Puebla	Media

Huamantla	Tlaxcala	Baja
Ixtenco	Tlaxcala	Baja
Zitlaltépec	Tlaxcala	Media
El Carmen Tequexquitla	Tlaxcala	Media
Alzayanca	Tlaxcala	Media
Cuapixtla	Tlaxcala	Media
Tocatlán	Tlaxcala	Baja
Perote	Veracruz	Media
Ayahualulco	Veracruz	Media

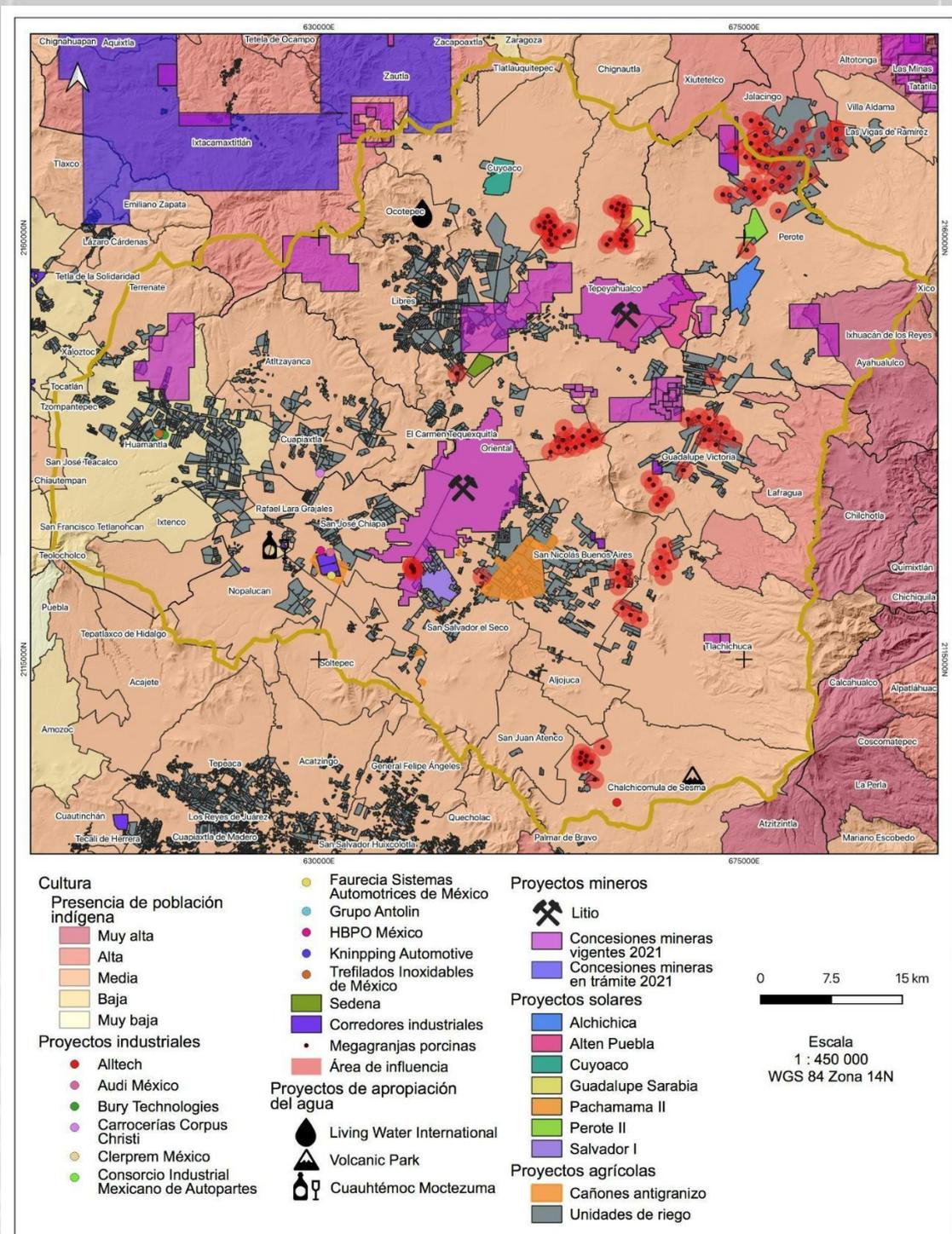
Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

No existe una clara superposición territorial entre los municipios de la CRLO con mayor presencia de población indígena y los múltiples proyectos extractivos e industriales existentes en la región. En todo caso, los proyectos se concentran en los municipios con presencia media de población indígena. Derivado de este hecho, es posible afirmar que la territorialización de los proyectos extractivos e industriales tendrán afectaciones mayormente en municipios con presencia media de población indígena. Al respecto, véase el Mapa 73.

LIBRE



Mapa 73. Presencia de población indígena por municipio y proyectos extractivos en la CRLO, 2010.



Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, 2021.

5.4 Zonas arqueológicas

Finalmente, un factor más que hay que considerar para valorar las afectaciones culturales de los proyectos extractivos e industriales en la CRLO son las zonas arqueológicas. Al respecto, es importante decir que en la CRLO existen 2 zonas arqueológicas de gran importancia, sobre todo en el primer caso: Cantona (Tepeyahualco) y Tres Cerritos (San Salvador el Seco). Véase Tabla 48.

Tabla 48. Rasgos culturales en la CRLO.

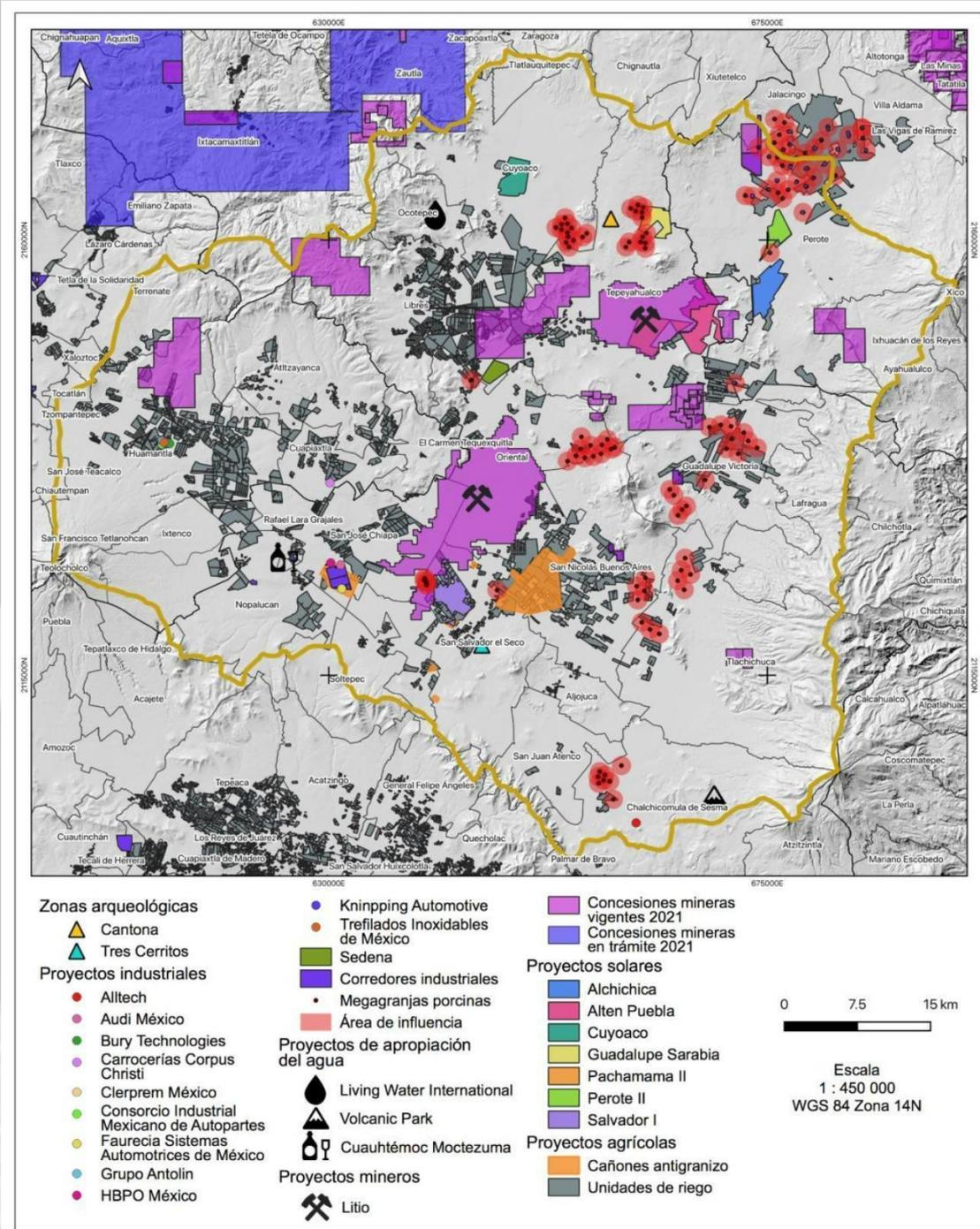
Rasgo	Municipio	Estado	Clasificación
Cantona	Tepeyahualco	Puebla	Zona arqueológica
Tres Cerritos	San Salvador el Seco	Puebla	Zona arqueológica

Fuente: elaboración propia.

En el Mapa 74 se observa que, si bien no existe una superposición territorial entre las zonas arqueológicas existentes en la CRLO y los proyectos extractivos e industriales, estos últimos son próximos a ellas. Por ejemplo, en el caso de Cantona, esta zona arqueológica está rodeada por un conglomerado de megagranjas porcinas, concesiones mineras y parques solares. De manera similar, al oeste de la zona arqueológica de Tres Cerritos existen megagranjas porcinas, concesiones mineras y un parque solar.

Derivado de lo anterior, es posible afirmar que en la actualidad existe una presión de los proyectos extractivos e industriales sobre ambas zonas arqueológicas, especialmente sobre Cantona. De continuar con la progresiva territorialización industrial en la zona, la presión sobre las zonas arqueológicas será más intensa, lo cual podrá afectar el patrimonio cultural, el turismo local y la memoria histórica de los pueblos.

Mapa 74. Zonas arqueológicas en la CRLO.



Fuente: elaboración propia con datos de Geocomunes, 2021.

Un aspecto central que es necesario valorar en futuras investigaciones son los impactos de la minería de minerales no metálicos en la región respecto a los cerros y el patrimonio biocultural de la región. Sobre todo en la parte central de la CRLO, en la zona de las Derrumbadas, zonas en la que se concentran importantes explotaciones de minerales para la construcción.

6. Reflexiones finales

A lo largo de la presente investigación se demostró que la condición hídrica y ambiental en general de la CRLO se ha visto severamente afectada como producto del emplazamiento territorial progresivo de diversas empresas extractivas e industriales, las cuales se han territorializado fundamentalmente durante el periodo neoliberal.

El despojo, la apropiación y la contaminación de los recursos hídricos y de la propia CRLO no se entiende cabalmente a escala local, sino a escala regional y nacional. Como se apreció, existe un conjunto de relaciones metabólicas y territoriales entre los proyectos extractivos e industriales de la CRLO. Por tal motivo, sólo a partir de un análisis territorial totalizante e integral es posible develar su lógica. Esta última, como se mencionó, no obedece a un desarrollo nacional soberano articulado a partir de las necesidades locales y nacionales, sino más bien, a un proyecto económico, político y territorial imperial orientado a los mercados externos, especialmente con Estados Unidos.

Gran parte de la devastación socioambiental de la CRLO se debe al neoliberalismo, proyecto que territorializó a lo largo y ancho del país un patrón de acumulación de capital altamente explotador, tanto de los trabajadores como de la naturaleza. En el marco de dicho patrón de acumulación, las conquistas de las clases populares fueron revertidas. Por su parte, las clases capitalistas aumentaron su poder. En el caso de la CRLO, esto se tradujo en esquemas de sobreexplotación del trabajo, flexibilidad laboral, fuerte grado de emigración, agudos procesos de descampesinización, aumento de la delincuencia criminal y la emergencia de una devastación socioambiental y de salud extraordinaria que se ha exacerbado al grado de amenazar la vida social y ecológica de la CRLO.

Parte del saldo ecocida neoliberal es la devastación socioambiental de la CRLO, cuenca en la cual es posible advertir un colapso hídrico en caso de continuar la política territorial neoliberal. En este sentido, resulta sumamente lamentable que a la fecha no existan investigaciones que den cuenta de la situación hídrica, ambiental, de salud y social particular de la CRLO tras cuatro décadas de neoliberalismo.

Dada la situación anterior, es importante el estudio y la difusión social de las consecuencias socioambientales que ha dejado el neoliberalismo en la CRLO. Como se mencionó antes, es necesario impulsar investigaciones particulares en numerosos aspectos. De particular relevancia resulta la valoración crítica de los informes de la CONAGUA, una valoración del estado hídrico de la CRLO con la participación de la ciudadanía y las organizaciones sociales de la región y la formación de un comité ciudadano de gestión y monitoreo de la CRLO. Lo anterior podría garantizar un manejo soberano de la CRLO, recuperar el equilibrio hidrológico de la CRLO y garantizar un adecuado otorgamiento de concesiones para el aprovechamiento de aguas nacionales, asegurando el derecho humano al agua de los miles de pobladores que viven en la región.

Vinculado con lo anterior, es de vital importancia la revalorización de los conocimientos y saberes ancestrales, populares y científicos orientados al cuidado de la salud, el territorio y el agua. Estrategias como la reforestación de las zonas altas y la gestión colectiva soberana del agua se vuelven una necesidad imperiosa. En este aspecto hay mucho por hacer.

Otro aspecto fundamental es el escalamiento en la *praxis* territorial de las comunidades de la CRLO. Y es que durante las últimas décadas, dicha *praxis* ha sido fragmentada y se ha replegado a la escala local. Lo anterior permitió que las clases dominantes hayan avanzado territorialmente a escala regional y nacional, mientras las clases populares se limitaron a la defensa territorial de porciones territoriales específicas. En este sentido, y dada la profunda crisis actual del neoliberal, se vuelve estratégica la ampliación de la *praxis* territorial popular, el avance hacia un proyecto colectivo que incluya al tiempo que rebase la escala local. En este marco, la articulación regional de las luchas en la CRLO, así como la defensa colectiva de la vida y la madre naturaleza resultan simplemente vitales.

Finalmente, es necesario valorar críticamente los alcances y los límites del proyecto económico, político y territorial de la 4T ya que, desde nuestra perspectiva, abre un horizonte de disputa para las clases populares. Y es que en el marco de dicho proyecto social se ha puesto un límite al entreguismo neoliberal en materia de concesiones mineras y proyectos rapaces de energías limpias (Iberdrola), por mencionar algunos ejemplos. Incluso se han impulsado numerosas iniciativas encaminadas a fortalecer la soberanía nacional y comunitaria, las cuales, por supuesto, no están exentas de contradicciones.

En este sentido, el proyecto político territorial de la 4T no es más de lo mismo. No obstante, es importante hacer énfasis en que la lucha fundamental se debe dar a nivel de las clases subalternas, es decir, en el seno de las comunidades y organizaciones populares que luchan por el agua, el territorio y la vida.

LIBRE



Bibliografía

Ayala, Aranzazú. (2020). Se adueñan del agua del suelo, ahora se apropian del agua del cielo. En *Lado B*. Recuperado de: <https://piedepagina.mx/se-aduenan-del-agua-del-suelo-ahora-se-apropian-del-agua-del-cielo/>

Berger, *et al.* (2012). Water Footprint of European Cars: Potential Impacts of Water Consumption along Automobile Life Cycles. En *Environmental science & technology*, 46.

Camacho, Mónica. (2016). Sin garantías de abasto de agua se edifica Ciudad Modelo Audi. En *La Jornada de Oriente*. Recuperado de: <https://www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/sin-garantias-abasto-agua-se-edifica-ciudad-modelo-audi/>

Cartocrítica. (2020). Página oficial. Recuperado de: <https://cartocritica.org.mx/>

CONABIO, (2021). Página oficial. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONACyT. (2021). Webinar científico “La regiones de emergencia ambiental: definición y localización en México”. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=8tqzYRPhOIs>

CONAGUA. (2022). Página oficial. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua>

CONAGUA. (2020). Registro Público de Derechos de Agua. Recuperado de: <https://app.conagua.gob.mx/sistemasdeagua/>

CONAGUA. (2020). Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Libres-Oriental, estado de Puebla. recuperado de: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/puebla/DR_2102.pdf

CONAGUA, 2021. Página oficial. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua>

CONAGUA. (2018). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Libres-Oriental (2102), Estado de Puebla. Recuperado de: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/puebla/DR_2102.pdf

Damián, Tania y Flores, Víctor. (2016). Continúan los conflictos con Living Water en Ocotepc. En *Ángulo 7*. Recuperado de: <https://www.angulo7.com.mx/2016/01/06/living-water-en-ocotepec/>

Diario Oficial de la Federación. (2022). Acuerdo por el que se dan a conocer los valores de cada una de las variables que integran las fórmulas para determinar durante el ejercicio fiscal 2022 las zonas de disponibilidad, a que se refieren las fracciones I y II, del artículo 231 de la Ley Federal de Derechos, vigente a partir del 1 de enero del 2014.

Diario Oficial de la Federación. (2016). Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, en el Estado de Puebla, Región Hidrológico-Administrativa Balsas. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5446212&fecha=29/07/2016

Díaz, B. (2021). Sin estrategia, campesinos ante la sequía en Libres. En *El Sol de Puebla*. Recuperado de: <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/estado/sin-estrategia-campesinos-ante-la-sequia-en-libres-comision-nacional-del-agua-cuyoaco-tepeyahualco-de-hidalgo-oriental-ocotepec-secretaria-de-desarrollo-rural-6336921.html>

El Colegio de Michoacán. (2020). Cañones antigranizo. Consultado en YouTube.

El Sol de Tlaxcala. (2022). Solicita alcalde de Tequexquitla la clausura definitiva de Clorobencenos. Recuperado de: <https://www.elsoldetlaxcala.com.mx/local/municipios/solicita-alcalde-de-tequexquitla-la-clausura-definitiva-de-clorobencenos-590699.html>

FAO. (2020). Día Mundial del Agua: se requieren 15.000 litros de agua para generar un kilo de carne, señala la FAO. Autor.

García, A. (2006). Altépetl: evidencia arqueológica de una organización político territorial en la Tlaxcala prehispánica. Barcelona. En *Scripta Nova*, vol. X, núm. 218 pp. 68.

GeoComunes. (2020). Página oficial. Recuperado de: <http://geocomunes.org/>

González, L. (2021). México pierde un sitio en el ranking de productores de autos en el mundo. En *El Economista*. Recuperado de: <https://www.economista.com.mx/empresas/Mexico-pierde-un-sitio-en-el-ranking-de-productores-de-autos-en-el-mundo-20210325-0049.html>

Granjas Carrol de México. (2020). Página oficial. Recuperado de: <https://granjascarroll.com/>

Harp, F. N. (2020). Depósitos de litio en México. SGM.

Info Quórum. (2019). Volcanic Park, centro pro-ambiental, roba agua a comunidades de Ciudad Serdán. Recuperado de: <https://newsweekespanol.com/2019/04/volcanic-park-centro-pro-ambiental-roba-agua-a-comunidades-de-ciudad-serdan/>

Info Rural. (2016). En riesgo acuífero Libres-Oriental de desertificación. En *Info Rural*.

La Jornada de Oriente. (2017). En foro de Nopalucan pactan cinco municipios exigir la desaparición de Ciudad Modelo. Recuperado de: <https://www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/foro-nopalucan-pactan-cinco-municipios-exigir-la-desaparicion-ciudad-modelo/>

Llaven, A. (2016). Barreda: Audi dejará sin agua a San José Chiapa. En *La Jornada de Oriente*. Recuperado de: [https://www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/barreda-301/#:~:text=Conagua%20alert%C3%B3%20que%20la%20Ciudad,dos%20a%C3%Blas%20\(http%3A%2F%2Fwww.](https://www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/barreda-301/#:~:text=Conagua%20alert%C3%B3%20que%20la%20Ciudad,dos%20a%C3%Blas%20(http%3A%2F%2Fwww.)

Lockhart, J. (1999). *Los nahuas después de la Conquista. Historia social y cultural de la Población indígena del México central, siglos XVI-XVIII*. México. FCE.

López-Cozár, J. (s.f.). La huella hídrica. En *El Mundo*.

Mastretta, Sergio. (2020). *La trama Audi. Componentes de un gobierno autoritario. Puebla 2011-2019*. Puebla. Puebla Contra la Corrupción y la Impunidad.

Mena, M. (2018). En riesgo, vocación agrícola de acuífero Libres-Oriental. En *El Sol de Puebla*. Recuperado de: <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/en-riesgo-vocacion-agricola-de-acuifero-libres-oriental-1011131.html#:~:text=El%20de%20Libres%20Oriental%20se,Medio%20Ambiente%20y%20Recursos%20Naturales>

Movimiento Atzin No a la Minería. (2021). Perfil de Facebook. Recuperado de: <https://www.facebook.com/profile.php?id=100008384830851>

Osorno, J. (2019). Tlaxcaltecas consumen agua contaminada con cadmio, plomo y arsénico. En *Eskena Informativa*.

Otros Mundos. (2020). De norte a sur, empresas vierten aguas residuales sin permiso de

la Conagua. En *Otros Mundos*.

Radio La Nueva República. (2014). Cine RNR de media noche. Pueblos Unidos del Valle de Peróte en contra de Granjas Carroll. Recuperado de: <https://www.lanuevarepublica.org/2014/03/02/cine-rnr-de-media-noche-pueblos-unidos-del-valle-de-perote-en-contra-de-granjas-carroll-de-mexico/>

Regeneración. (2019). Sin permiso de descarga 41 empresas que contaminan ríos de Puebla. En *Regeneración*. Recuperado de: <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/sin-permiso-41-empresas-vierten-aguas-residuales-al-atoyac-puebla-4519716.html#:~:text=Sin%20permiso%2C%2041%20empresas%20vierten%20sus%20aguas%20residuales%20en%20el,Volkswagen%2C%20Audi%20y%20Pemex%20Petroqu%C3%ADmica.>

Reyes, L. Celestino, E. Valencia, A. Medina, C. y Guerrero, G.. (1996). *Documentos nauas de la ciudad de México del siglo XVI*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Archivo General de la Nación.

San Isidro Libres Puebla. (2021). Perfil de Facebook. Recuperado de: <https://www.facebook.com/San-Isidro-libres-Puebla-102695078573669/photos/136190331890810>

SARH. (1985). *Estudio geohidrológico de la Cuenca de Oriental, Puebla*. Autor.

Secretaría de Economía. (2020). Cartografía minera. Recuperado de: <https://portalags1.economia.gob.mx/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=1f22ba130b0e40d888bfc3b7fb5d3b1b>

Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. (2021). Página oficial. Recuperado de: https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siat/

Sistema Nacional de Información del Agua. (2021). Página oficial. Recuperado de: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>

SMADSOT. (2022). Página oficial. Recuperado de: <http://smadsot.puebla.gob.mx/>

Wallace R. (2016). *Big farms make big flu. Dispatches on infectious disease, agribusiness, and the nature of science*. New York. Monthly Review Press.